

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

MIKA YADA NOGUCHI

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO EM EDIFICAÇÃO
DE ESCRITÓRIOS: UM ESTUDO DE CASO NO PAÇO
MUNICIPAL DE MARINGÁ – PR.**

FLORIANÓPOLIS

2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

MIKA YADA NOGUCHI

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO EM EDIFICAÇÃO
DE ESCRITÓRIOS: UM ESTUDO DE CASO NO PAÇO
MUNICIPAL DE MARINGÁ – PR.**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa Catarina
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Civil.
Área: Construção Civil

Orientador: Fernando Oscar Ruttkay Pereira

FLORIANÓPOLIS

2003

Ficha Catalográfica

NOGUCHI, Mika Yada

Análise das condições de iluminação em edificação de escritórios: um estudo de caso no paço municipal de Maringá - PR. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2003.

ix, 133p.

Dissertação: Mestrado em Engenharia Civil (Construção Civil)

Orientador: Fernando Oscar Ruttkay Pereira

1. Edificação de escritórios 2. Iluminação 3. Iluminância 4. Ofuscamento 5. Plano de trabalho.

I. Universidade Federal de Santa Catarina

II. Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Jucilei Cordini, Dr.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira, PhD.
Orientador

Prof. Cláudio Emanuel Pietrobon, Dr.
Co-orientador

Prof. Roberto Lambert, PhD

Prof. Enedir Ghisi, PhD.

“Para o artista, a criação começa com a visão.
Ver já é um ato criador.”

H. Matisse

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Fernando Oscar Ruttkay Pereira, pela orientação, paciência e dedicação durante o longo período à distância do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Cláudio Emanuel Pietrobon, pela co-orientação, disponibilizando seu tempo às minhas dúvidas, tornando possível à finalização do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, FADEC/UEM e FEESC/UFSC pela oportunidade de realização do mestrado.

À Prefeitura do Município de Maringá, pelo patrocínio do espaço físico e dos materiais que fizeram parte do levantamento de dados.

Aos amigos de trabalho, que somaram esforços para realização da pesquisa.

À minha família, que criou oportunidades para esse momento e a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS E QUADROS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiv
LISTA DE SÍMBOLOS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO 01	1
1.1 CONSIDERAÇÕES	2
1.2 JUSTIFICATIVA	3
1.2.1 Objeto de Estudo	4
1.2.1.1 Descrição da Iluminação Artificial.....	7
1.2.1.2 Das Aberturas, Forros, Pisos e Divisórias.....	7
1.2.1.3. Descrição dos Mobiliários Existentes	11
1.2.1.4 Cenários Escolhidos	12
1.3.1 Objetivos Específicos	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
CAPÍTULO 02	20
2.1 INTRODUÇÃO	21
2.2 ASPECTOS IMPORTANTES DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE ESCRITÓRIO.....	21
2.2.1 Zona Crítica de Visão	22
2.2.2 Considerações sobre Iluminância	23
2.2.2.1 Normas e Recomendações para Tarefas Visuais.....	24
2.2.2.2 Escritórios com computadores	28
2.2.2.3 Cor.....	30
2.2.3. Luminância em Ambientes de Escritórios	31
2.2.3.1 Luminâncias Presentes no Ambiente de Terminais de Computador	33
2.2.3.2 Considerações para Determinação do Nível de Iluminação da Tarefa.....	34
2.2.3.3 Quantidade de Luz Refletida em Escritórios.....	34
2.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.	35
2.3.1 Iluminação Direta.	36
2.3.2 Iluminação Indireta.....	36
2.3.3 Iluminação Direta-Indireta.....	37
2.4 CONTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL ATRAVÉS DE ABERTURAS.	37
2.5 PESQUISAS RELACIONADAS AO CONFORTO VISUAL	38
2.5.1 Suplementação da iluminação artificial em ambientes iluminados pela luz do sol, aumentando o conforto visual	38

2.5.2	Promover o uso da iluminação natural nos ambientes de trabalho através de estratégias de iluminação nos espaços de transição.	39
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
CAPÍTULO 03	41
3.1	INTRODUÇÃO	42
3.2	VERIFICAÇÃO COMPORTAMENTAL DO USUÁRIO NO AMBIENTE LUMINOSO	42
3.2.1	Sala de Engenharia	42
3.2.2	Sala de Controle Urbano.....	43
3.2.3	Questionário.....	43
3.3	DISTRIBUIÇÃO DA LUZ NA SALA DE ENGENHARIA	43
3.4	VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL	44
3.4.1	Instrumentação utilizada para medição.....	45
3.4.2	Procedimentos para medição da iluminância no plano horizontal.....	46
3.4.2.1	Determinação dos pontos na sala de engenharia.....	48
3.4.2.2	Determinação dos pontos na sala de controle urbano.	49
3.4.2.	Medição da iluminância.....	50
3.4.3	Iluminância no plano vertical	51
3.5	LEVANTAMENTO DO CAMPO VISUAL NO PLANO DE TRABALHO	52
3.6	LEVANTAMENTO QUANTO AO USO REGULAR DAS LUMINÁRIAS	52
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
CAPÍTULO 04	54
4.1	INTRODUÇÃO	55
4.2	ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO USUÁRIO	55
4.2.1	Sala de engenharia	55
4.2.2	Sala de controle urbano	57
4.2.3	Discussão dos Resultados	59
4.3	ESTUDO DA ILUMINAÇÃO NO PLANO HORIZONTAL.....	60
4.3.1	Análise da sala de engenharia.....	60
4.3.2	Análise da sala de controle urbano	66
4.3.3	Iluminância adequada para sala de engenharia e controle urbano.....	71
4.3.4	Discussão dos resultados.	71
4.4	ILUMINÂNCIA NO PLANO VERTICAL.....	73
4.4.1	Discussão dos resultados	76
4.5	ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DA LUZ DO SOL NA SALA DE ENGENHARIA.....	77
4.5.1	Discussão dos resultados	81
4.5.2	Análise das informações quanto à iluminação artificial	82
4.5.3	Análise das informações quanto a tarefas no plano horizontal.....	83
4.5.4	Análise das informações no plano vertical	84

4.5.5	Discussão dos resultados	86
4.6	ESTUDO COMPORTAMENTAL DO USO DAS LUMINÁRIAS NAS SALAS DE ENGENHARIA E CONTROLE URBANO.....	86
4.6.1	Discussão dos resultados	88
CAPÍTULO 05 Conclusões e recomendações		90
5.1	INTRODUÇÃO	91
5.2	CONCLUSÃO	91
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		96
ANEXO A.....		101
ANEXO B.....		106
ANEXO C.....		109
ANEXO D.....		113

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 01

Figura	1.1	Implantação da edificação.....	04
Figura	1.2	Fachadas da edificação conforme orientação.....	05
Figura	1.3	Corte esquemático do objeto de estudo.....	05
Figura	1.4	Visualização dos peitoris.....	06
Figura	1.5	Visualização interna da face norte	07
Figura	1.6	Visualização da grelha metálica vazada e a colocação das luminárias.....	08
Figura	1.7	Visualização da janela tipo projetante sobre o peitoril em concreto.....	09
Figura	1.8	Placas de isopor utilizado para fechamento no forro.....	09
Figura	1.9	Divisória naval utilizada para estações de trabalho.....	10
Figura	1.10	Planta esquemática do terceiro andar – sala de engenharia e sala de controle urbano.....	12
Figura	1.11	Lay-out da sala de engenharia.....	13
Figura	1.12	Vista do setor de arquitetura.....	13
Figura	1.13	Vista do setor de engenharia civil.....	14
Figura	1.14	Lay-out da sala de cadastro técnico com setorizações.....	15
Figura	1.15	Balcão de atendimento do setor de fiscalização.....	16
Figura	1.16	Estações de trabalho do setor de análise de projetos.....	16
Figura	1.17	Setor de fiscalização cadastral - recadastramento.....	17

CAPÍTULO 02

Figura	2.1	Zona crítica de visão para tarefas horizontais. Fonte: Iluminação Brasil (1993)....	22
Figura	2.2	Pontos referenciais para áreas de tarefa no plano horizontal. Fonte: Iluminação Brasil (1993).....	23
Figura	2.3	Esquema gráfico de campo de visão periférica. Fonte: IESNA (2000).....	29
Figura	2.4	Esquemático de ângulo de visão para terminais com computador. Fonte: IESNA (2000).....	29
Figura	2.5	Esquemático do ângulo de reflexão em monitores de computador. Fonte: IESNA (2000).....	30
Figura	2.6	Luminâncias máximas recomendadas para estação de trabalho com computadores e a relação entre superfícies. Fonte IESNA (2000).....	33
Figura	2.7	Refletâncias recomendadas para ambientes de escritórios. Fonte IESNA (2000)...	35
Figura	2.8	Classificação das luminárias. Fonte: IESNA (2000).....	36

CAPÍTULO 03

Figura	3.1	Implantação esquemática da edificação.....	32
Figura	3.2	Fixação das luminárias nas estruturas metálicas do teto.....	34
Figura	3.3	Detalhe da janela projetante.....	35
Figura	3.4	Detalhe do forro e as luminárias.....	35

CAPÍTULO 04

Figura	4.1	Avaliação lumínica dos usuários na sala de engenharia.....	57
Figura	4.2	Avaliação lumínica dos usuários na sala de controle urbano.....	59
Figura	4.3	Isométrico da iluminação artificial na sala de engenharia representada pelas curvas isolux.....	61
Figura	4.4	Isométrico da iluminação conjugada na sala de engenharia representada pelas curvas isolux.....	63
Figura	4.5	Isométrico da iluminação natural na sala de engenharia representada pelas curvas isolux	64
Figura	4.6	Gráfico de distribuição das luminárias na sala de engenharia.....	65
Figura	4.7	Isométrico da iluminação artificial na sala de controle urbano representada pelas curvas isolux.....	67
Figura	4.8	Isométrico da iluminação conjugada na sala de controle urbano representada pelas curvas isolux.....	68
Figura	4.9	Isométrico da iluminação natural na sala de controle urbano representada pelas curvas isolux.....	69
Figura	4.10	Gráfico de distribuição das luminárias na sala de controle urbano.....	70
Figura	4.11	Dados relativos a medição no plano vertical na sala de engenharia.....	73
Figura	4.12	Dados relativos a medição no plano vertical na sala de controle urbano.....	75
Figura	4.13	Projeção da luz do sol na sala de engenharia relativo a 22 de janeiro.....	78
Figura	4.14	Projeção da luz do sol na sala de engenharia relativo a 22 de abril.....	79
Figura	4.15	Projeção da luz do sol na sala de engenharia relativo a 22 de julho.....	80
Figura	4.16	Projeção da luz do sol na sala de engenharia relativo a 22 de outubro.....	81
Figura	4.17	Visualização da superfície do forro.....	83
Figura	4.18	Visualização da visão periférica/ reflexão na sala de engenharia	84
Figura	4.19	Visualização da visão periférica/ reflexão na sala de controle urbano.....	85

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro	2.1	Categoria de Iluminância. Fonte IESNA (2000).....	26
Tabela	1.1	Levantamento das variáveis ambientais da sala de engenharia.....	14
Tabela	1.2	Levantamento das variáveis ambientais da sala de controle urbano.....	17
Tabela	2.1	Iluminação por classe de tarefas visuais. Fonte: NBR 5413/92.....	25
Tabela	2.1	Iluminação por classe de tarefas visuais. Fonte: NBR 5413/92.....	25
Tabela	2.2	Recomendações de iluminação para escritórios com computadores. Fonte Pereira e Souza (2000).....	28
Tabela	2.3	Aparência da cor em função da iluminância.Fonte: Pereira e Souza (2000).....	31
Tabela	2.4	Valores de luminância de algumas fontes.Fonte: Pereira e Souza (2000).....	32
Tabela	2.5	Relação de luminância máxima recomendada para escritórios com computador. Fonte: IESNA (2000).....	32
Tabela	3.1	Informações básicas para formatação da curva da luz solar direta.....	44
Tabela	3.2	Quantidade mínima de pontos a serem medidos. Fonte: projeto de norma 02:135.02-004:1998.....	46
Tabela	4.1	Perfil de utilização das luminárias na sala de engenharia.....	87
Tabela	4.2	Perfil de utilização das luminárias na sala controle urbano.....	88

LISTA DE ANEXOS

Anexo A

Anexo	A1	Questionário de avaliação do usuário na sala de engenharia.....	104
Anexo	A2	Questionário de avaliação do usuário na sala de controle urbano.....	103
Tabela	A1	Tabela de Avaliações na Sala de Engenharia.....	104
Tabela	A2	Tabela de Avaliações na Sala de Controle Urbano.....	105

Anexo B

Tabela	B1	Verificação experimental “in loco” sala de engenharia.....	107
Tabela	B2	Verificação experimental “in loco” da sala de controle urbano.....	121

Anexo C

Tabela	C1	Perfil de utilização das luminárias no setor de fiscalização.....	110
Tabela	C2	Perfil de utilização das luminárias no setor de habitação.....	110
Tabela	C3	Perfil de utilização das luminárias no setor de cadastro.....	111
Tabela	C4	Perfil de utilização das luminárias no setor de cadastramento.....	111
Tabela	C5	Perfil de utilização das luminárias no setor de protocolo.....	112
Tabela	C6	Perfil de utilização das luminárias no setor de gerência de controle e análise de projetos.....	112

Anexo D

Figura	D1	Mapa referencial dos entrevistados da sala de engenharia	114
Figura	D2	Mapa referencial dos entrevistados da sala de controle urbano	115
Tabela	D1	Anexo da legislação municipal de Maringá/1999, referente a edifícios comerciais.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIBSE	Chartered Institute of Building Services Engineers.
IES	Illuminating Engineering Society of North America (Daylighting Committee)
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
NUTEK	Swedish National Board for Industrial a Technical Development.
VDT	Video Display Terminal

LISTA DE SÍMBOLOS

C	Comprimento do ambiente em metros
E	Iluminância média
Fc	Fotocancela – unidade de intensidade luminosa.
Hm	Distância vertical em metros entre a superfície de trabalho e o topo da janela.
K	Índice do local.
L	Largura do ambiente em metros.
Lx	Lux – unidade de medida da quantidade de luz incidente numa superfície por unidade de área.
W	Watt – unidade de potência elétrica.

RESUMO

O ambiente luminoso possui relação com a interpretação de mensagens visuais. O conforto visual deve ser entendido como resultado da recepção clara das mensagens visuais do ambiente. Tradicionalmente, têm-se associado apenas os níveis de iluminância e pouco tem sido enfatizada a necessidade de promover o ambiente de trabalho a favor do usuário e em benefício da produtividade. A presente pesquisa tem como finalidade analisar as condições de iluminação em edificação de escritórios: um estudo de caso no paço municipal de Maringá - PR. Foi realizada avaliação em duas salas do quarto piso da edificação, especificamente na sala de engenharia e sala de controle urbano da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, Planejamento e Habitação. Em ambas, verificou-se que a iluminação é insuficiente para desempenho das tarefas específicas. Procedeu-se a experimentos na distribuição de iluminância nos planos horizontais e verticais através de normas e projetos de normas e verificou-se a interferência da luz do sol especificamente na sala de engenharia, ofuscamento indireto nos planos das tarefas e avaliou-se a frequência de utilização dos interruptores. Os ambientes escolhidos apresentaram diminuição nos níveis de iluminância nos fundos das salas, mesmo suplementadas pela iluminação artificial. Iluminâncias médias encontradas na sala de controle urbano de 400lux na condição de iluminação conjugada, não foi elemento comprometedor para desconforto visual, podendo os usuários desenvolver normalmente suas atividades. A vegetação arbórea próxima às janelas participou na caracterização dos níveis de iluminância no interior das salas. Ofuscamento direto e indireto foi uma ocorrência que contribuiu significativamente para o desconforto visual. Os resultados mostraram que as informações colocadas pelos usuários apresentaram a real situação das condições dos ambientes.

Palavras chave: edificação de escritórios, iluminação, iluminância, ofuscamento, plano de trabalho.

ABSTRACT

The luminous environment is related to the visual message interpretation. The visual comfort must be understood as a result of the clear reception of the environment visual messages. Traditionally, only the illuminance levels have been considered and we tend not to emphasize the necessity of promoting the working environment in behalf of the user and for the productivity. The present research aims at analyzing the illumination conditions in office buildings: a case study of the town hall in Maringa. State of Parana. An evaluation was performed in two rooms on the building fourth floor, specifically in the engineering and urban control rooms of Urban Development, Planning and Habitation Secretary, specifically. It was possible to verify that in both of them the illumination is insufficient for the specific task performance. Experiments in the illuminance distribution for the horizontal and vertical planes were accomplished by norms and projects of norms and interference of sun light was verified mainly in the engineering room, indirect glare of task planes and the frequency use of the switches was evaluated. The chosen environments presented an illuminance level decrease at the back of the rooms, even with the use of the artificial illumination. Medium illuminances detected in the urban control room of 400lux, in the joined illumination state, did not compromise the visual comfort, so the users could develop their activities normally. The arboreal vegetation next to the windows took part in the characterization of the illuminance levels inside the rooms. Direct and indirect glare was significantly responsible for the visual discomfort. The results showed the information obtained from the users exposed the real situation of the environment conditions.

KEY WORDS: office construction, illumination, illuminance, glare, working plane.

CAPÍTULO 01

INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 01	1
1.1 CONSIDERAÇÕES	2
1.2 JUSTIFICATIVA	3
1.2.1 Objeto de Estudo	4
1.2.1.1 Descrição da Iluminação Artificial.....	7
1.2.1.2 Das Aberturas, Forros, Pisos e Divisórias.....	7
1.2.1.3. Descrição dos Mobiliários Existentes	11
1.2.1.4 Cenários Escolhidos	12
1.3.1 Objetivos Específicos	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18

1.1 CONSIDERAÇÕES

Devemos ter consciência de que o clima em grande parte contribui para configurar as formas arquitetônicas, mas não devemos deixar de valorizar os aspectos econômicos e culturais que influenciam na maneira de resolver os problemas das técnicas construtivas. As transformações apresentam-se de maneira gradual e discreta ao longo do tempo, até chegar numa padronização de detalhes para caracterizar e qualificar a tipologia do edifício. Os edifícios públicos voltados para prestação de serviços do ponto de vista de iluminação são aqueles que têm amplos espaços internos em que os usuários necessitam realizar tarefas visuais simultaneamente, conceito evidenciado principalmente após a segunda guerra mundial. A maior parte das tarefas são executadas nesse espaço, conseqüentemente a relação homem e o seu meio deve atingir a condição direta das melhorias de habitabilidade e conforto.

No entanto, percebemos que os projetos arquitetônicos na sua grande maioria apresentam deficiências principalmente na área de conforto ambiental, visíveis nas propostas arquitetônicas. O desconhecimento quanto às normas e a falta de interesse dos profissionais à literatura, avaliação junto aos usuários, tem originado pesquisas na área de pós ocupação.

A presença de profissionais competentes e sensíveis às questões de iluminação torna-se um fator de grande importância, pois o desempenho das tarefas depende do estudo equilibrado entre a proposta técnica e a interação homem e seu espaço, constituindo todo o equilíbrio ambiental no tocante às necessidades térmicas e à eficiência energética.

Grande parte dos projetos de iluminação estuda a atuação da luz apenas sobre um plano horizontal, esquecendo que na maioria das vezes a tarefa visual é realizada em outros planos, por exemplo, ao telefonar, conversar ou digitar um texto. Medidas de iluminância em um único plano não são os únicos parâmetros capazes de caracterizar qualitativamente um projeto de iluminação, ao passo que avaliar a iluminação no espaço significa estar atento às condições subjetivas que definem o ambiente luminoso, tais

como forma, textura dos objetos, sensibilidade ao contraste e a satisfação do usuário. (PEREIRA 2001)

1.2 JUSTIFICATIVA

As edificações principalmente de escritórios devem apresentar características de espaços flexíveis, facilitando alternativas de acordo com as demandas setoriais. Para isso, sabemos que a *arquitetura da luz*, citado pelo ROMÉRO (2000), deve assumir um papel de importância crucial na solução dos problemas relacionados à luz e ao calor, ou seja, de permitir a entrada de luz natural reduzindo a entrada da radiação em forma de calor. O estudo da luz não deve se extinguir no âmbito da iluminação natural, pelo contrário, se estender no âmbito da iluminação artificial, ambas tão necessárias nos atuais edifícios, tanto pela complexidade como pelos seus regimes de uso e ocupação. Também deve se preocupar com o nível de satisfação dos usuários e o conseqüente desempenho de suas atividades no ambiente construído com o objetivo de poupar o seu sistema ótico e reduzir os seus impactos.

No sistema ótico do ser humano, os olhos necessitam de constantes variações de estímulos para ficar alerta e para admirar o ambiente. Nenhum nível de iluminação pode satisfazer essa variedade a todo tempo. As variáveis como brilho, padrão de uniformidade, cobertura de luz, iluminância, são fatores contribuintes. Cada aplicação é diferente com necessidades específicas que devem ser avaliadas em bases individuais, tendo como meta um resultado de ambiente com iluminação balanceada. (SORCAR, 1987).

Normas e legislações existem para recomendações quantitativas, mas elas deixam a desejar nas recomendações qualitativas. Não há uma definição global aceita da qualidade pelos pesquisadores, embora concordem que produzir um espaço satisfatório dependa do usuário. Na maior parte da literatura, a questão da qualidade da luz é uma questão de acuidade visual e brilho, estando intimamente relacionada à percepção do usuário, onde a qualidade não é uma alternativa à quantidade, mas que elas coexistem. (PARPAIRI et al., 2000)

Mas a integração entre o programa de necessidades de um projeto no nível de ocupação e das necessidades dos usuários, ainda tem se constituído numa relação distinta e pouco explorada. Há trabalhos a serem analisados de forma a adequar as necessidades do indivíduo às informações visuais, às atividades desenvolvidas, aos níveis de iluminação no ambiente com iluminação artificial e/ou natural, às interferências visuais tais como sombras, ofuscamentos e contrastes. Esta pesquisa busca registrar o comportamento da luz artificial e conjugada e a sua relação com o meio em uma edificação de escritórios no paço municipal da cidade de Maringá – PR.

1.2.1 Objeto de Estudo

A característica arquitetônica, a geometria dos espaços, a orientação das salas de escritórios, a tipologia das tarefas desempenhadas pelos usuários, foram as variáveis que condicionaram na escolha do objeto de estudo.

O edifício se localiza na latitude 23° 5' 25" S e longitude 51° 56' 19" W, foi idealizado e executado na década de 80, seguindo a linguagem da arquitetura moderna e implantada na praça central da cidade, denominada Centro de Convivência Comunitária, **figura 1.1**. A arborização de grande porte faz parte da paisagem do seu entorno, concentrado principalmente nas faces leste e sul, participando na relação de habitabilidade dos ambientes **figura 1.2**. O acesso principal da edificação possui orientação norte, onde está configurada a fachada em estrutura metálica espacial com vedação em vidro temperado, **figura 1.2 (A)**.

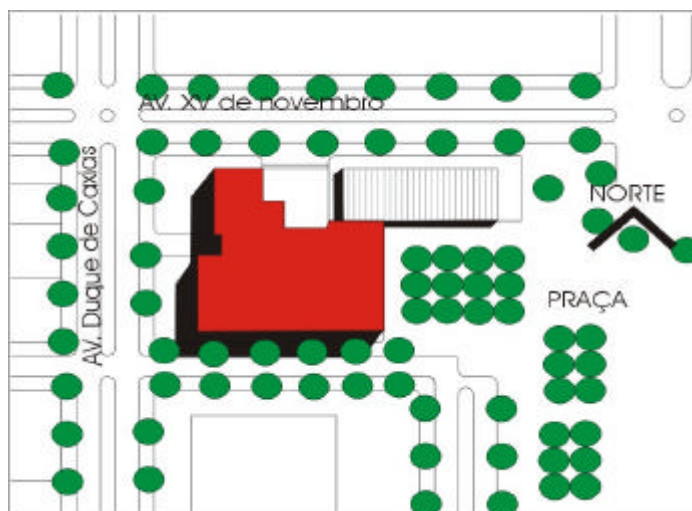
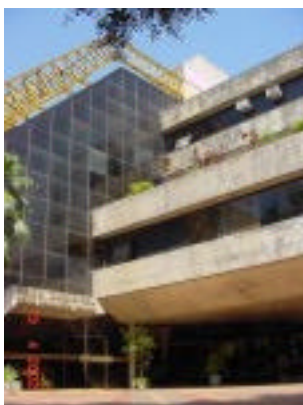


Figura 1.1. Implantação da edificação



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 1.2 Fachadas da edificação conforme orientação. (A) Face norte – acesso principal; (B) Face sul; (C) Face leste; (D) Face oeste.

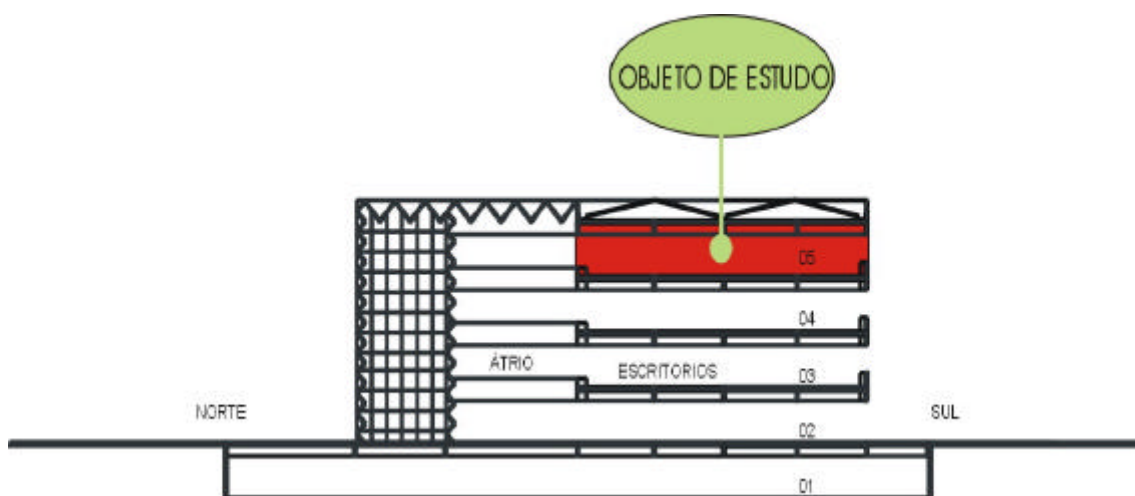


Figura 1.3. corte esquemático do objeto de estudo.

A edificação possui aproximadamente 13.500,00 m² de área construída, com subsolo (3.110,34 m²), pavimento térreo (2.631,81 m²), três pavimentos tipo (aproximadamente 2.500,00 m² cada tipo). O subsolo é destinado para veículos oficiais de pequeno e médio porte; no pavimento térreo funcionam setores autônomos como: auditório, gráfica e entidades assistenciais; do primeiro ao terceiro andar, funcionam os setores que demandam grande volume de atendimento público, com características de serviços de escritório, **figura 1.3**.

O partido arquitetônico visa à flexibilização de espaços físicos em todos os pavimentos. Não há paredes permanentes que comprometam a rigidez do *lay out*, permitindo agilidade de alterações físicas quando necessárias. Os setores são caracterizados como espaços abertos, que possibilitam ampla visibilidade do seu entorno.

Na grande parte dos ambientes as estruturas em concreto estão aparentes. Os pilares são elementos referenciais para divisão dos espaços setoriais, formando módulos entre seus eixos. As vigas têm variação de um metro a setenta centímetros de altura. Também em concreto aparente os peitoris das janelas funcionam como nichos de armários em quase toda extensão de cada pavimento. Além de permitirem funcionalidade aos usuários de cada setor, estes nichos participam na função estética do edifício, visto na **figura 1.4**.



(A)



(B)

Figura 1.4. Visualização dos peitoris. (A) Detalhe dos armários sob peitoris formando nichos. (B) Vista externa dos nichos.

A fachada que compreende o acesso principal (face norte) é executada em estrutura espacial de aço, pré-pintada na cor marrom, vedada externamente com vidro temperado na cor fumê de espessura 10mm nas dimensões aproximadas de 1,00m x 1,00m. As estruturas espaciais em aço formam desenho contínuo na cobertura do átrio e o seu fechamento especificado em telhas metálicas pré-pintadas na cor marrom. Zenitais translúcidos em formato piramidal são elementos visíveis nos vãos de alguns módulos desta cobertura, **figura 1.5**.



(A)



(B)

Figura 1.5. Vista interna da face norte – (A) Estrutura espacial e fechamento em vidro temperado; (B) Cobertura do átrio com detalhes dos zenitais translúcidos.

1.2.1.1 Descrição da Iluminação Artificial.

Nas circulações horizontal e vertical quase não possui luminárias com lâmpadas, com exceção do elevador, que mantém permanentemente acesa durante o exercício do expediente.

Em todos os pavimentos a distribuição das luminárias segue uma padronização quanto à distribuição das luminárias. Obedecendo ao pé direito de 2,70m do piso acabado foi fixada grelha metálica com perfis de alumínio na cor vermelha com dimensão de 1,25m x 1,25m, onde nestes vãos foram fixadas alternadamente as luminárias de embutir na cor branca e sem difusores, contendo duas lâmpadas fluorescentes de 40W. Nem todas as luminárias existentes no edifício possuem lâmpadas, conforme mostra a **figura 1.6**.



Figura 1.6. Visualização da grelha metálica vazada e a colocação das luminárias.

Nos pavimentos tipos estão situados as secretarias municipais, setorizadas de acordo com as funções. Cada setor é dotado em média de três circuitos e são acionados pelos interruptores locais. O projeto elétrico prevê todas as tomadas (telefônicas e elétricas) no piso. Os ambientes com janelas orientados para as faces norte, leste e oeste, na sua maioria, possuem dispositivos de controle de luz do sol (persianas horizontais e verticais) nas cores creme e verde-claro.

1.2.1.2. Das Aberturas, Forros, Pisos e Divisórias.

Em relação às janelas, estas são de 1,55m de altura e são fixadas sobre peitoril de concreto aparente de 1,00m de altura em quase todo perímetro da fachada. São do tipo projetante com vidros temperados na cor fumê, espessura de 10mm. As aberturas se alternam com vidros fixos e vidros de abrir, conforme demonstra a **figura 1.7**.



Figura 1.7. Visualização da janela tipo projetante sobre o peitoril em concreto.

Utilizou-se lâ-de-vidro e placas de isopor pintadas em branco para fazer o fechamento dos forros apenas em ambientes climatizados. Estes materiais são colocados nos gradis metálicos, como se apresenta na **figura 1.8**. Em ambientes não climatizados aparecem vazados, as vigas e as lajes de concreto pintadas na cor preta.



Figura 1.8. Placas de isopor utilizado para fechamento no forro.

O acabamento do piso do subsolo está executado em cimento bruto. O piso do pavimento térreo e aqueles que compreendem os acessos verticais (escadas e rampas), são em cerâmica, mesclada em tons de terracota. Nas rampas, sobre o piso cerâmico, foram coladas placas de piso emborrachado na cor preta. Nos pavimentos-tipo, adotou-se placas de pedra ardósia verde-escuro.

Em todos setores são utilizados painéis divisórios do tipo naval, na cor creme. Os painéis são empregados para execução dos balcões de atendimento, das estações de trabalho (**figura 1.9**), das divisórias baixas para setorização dos ambientes e das divisórias altas para a montagem de ambientes privativos. Detalhes com painéis de vidro também são utilizados para oferecer passagem da luz de um ambiente ao outro e facilitando o controle visual.



Figura 1.9. Divisória naval utilizada para estações de trabalho.

1.2.1.3. Descrição dos Mobiliários Existentes

O projeto de disposição dos móveis nem sempre recebe cuidado de um profissional da área. No âmbito geral, o profissional faz propostas das áreas pertinentes aos atendimentos diretos e atendimentos personalizados. Para atendimento direto os balcões

são montados visando atendimento sentado, com escrivaninha a 75cm do piso. Para utilização de equipamentos de informática e atendimento em pé, são adotados balcões a 110cm do piso. Pode-se caracterizar estes equipamentos como cor padrão a cor creme. A variação de tonalidade de um setor para outro apresenta sensível diferença. As escrivaninhas, armários e arquivos são mobílias que nem sempre se encontram nas cores claras.

1.2.1.4 Cenários Escolhidos

Optou-se pelo estudo do terceiro andar devido aos seguintes fatores:

- está localizada neste andar a secretaria municipal que possui grande número de funcionários no quadro de atendimento administrativo, que caracterizam tarefas com requisitos visuais normais;
- a existência de salas com diferentes geometrias, aliadas a diferentes condições de incidência da luz do sol, possibilita estudos comparativos no uso da iluminação;
- é visto como o pavimento que menos necessitaria de iluminação artificial, em função da existência do espaço sem barreira visual até o átrio;

Especificamente optou-se pela sala de engenharia pela existência de um espaço fechado e restrito a atividades específicas de engenharia e arquitetura onde recebe luz do sol no período da manhã durante todo o ano e pela presença de vegetação arbórea densa junto às aberturas laterais. Optou-se também pela sala de controle urbano pelo desempenho de atividade relacionada a escritórios, divisórias baixas e estações de trabalho que caracterizam amplo espaço visual e ausência da incidência direta da luz do sol pelas aberturas laterais, **figura 1.10**.



Figura 1.10. Planta esquemática do terceiro andar- sala de engenharia e sala de controle urbano.

A sala de engenharia se apresenta dividido em dois ambientes: arquitetura e engenharia civil, conforme **figura 1.11**. A atividade na engenharia civil abrange leitura dos projetos específicos no plano da mesa, realização de orçamentos no computador, cumpre o roteiro de fiscalização como atividade externa, além de realizar atendimento individualizado aos demais profissionais da área junto às mesas de trabalho, **figura 1.12**. Na arquitetura todos os projetos arquitetônicos são desenvolvidos no computador, os profissionais mantêm atividades de revisão de documentos e atendimento individualizado, **figura 1.13**. Segue conforme **tabela 1.1**, a relação das variáveis ambientais existentes na sala de engenharia.

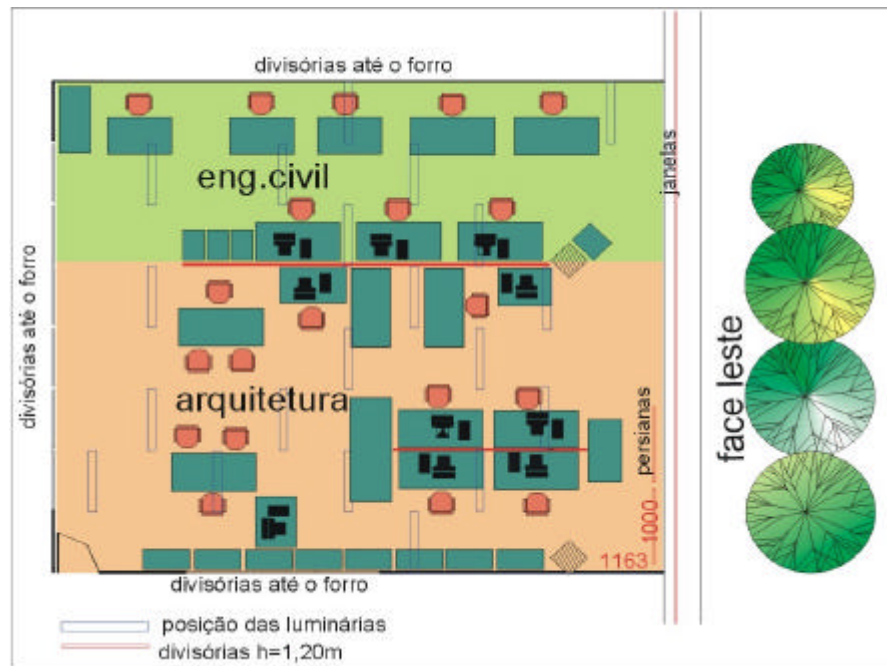


Figura 1.11. Lay out da sala de engenharia.



Figura 1.12 . Vista do setor de arquitetura



Figura 1.13 . Vista do setor de engenharia civil

Tabela 1.1. Levantamento das variáveis ambientais da sala de engenharia.

VARIÁVEIS	quantidades	especificações
Orientação		leste
População	13 usuários	06 femininos e 07 masculinos
Idade média	35 anos	
Luminárias	20 unidades	
Interruptores	03 unidades	
Computadores	10 conjuntos	
Escrivaninhas (similar)	12 unidades	
Cortinas (similar)	02 persianas	
Cores:Forro		Branco
Piso		Ardósia verde
Parede divisória		Cor creme
Escrivaninhas		Cor creme e branca
Computadores		Cor gelo
Armários		Verde
Persianas		Cor creme
Luz do sol		Presente pela manhã
Iluminação artificial		Presente durante o expediente
Elementos arbóreos		Presentes externamente

A sala de controle urbano possui sete ambientes setorizados: gerência de fiscalização, diretoria de habitação, cadastro técnico, recadastramento, protocolo técnico, gerência de controle urbano e análise de projetos, conforme **figura 1.14**. A atividade voltada para prestação de informações através do balcão e casualmente do atendimento individualizado está para os setores da gerência de fiscalização, **figura 1.15**, diretoria de habitação e cadastro técnico. O setor de análise de projetos, a estação de trabalho delimita o território do usuário para tarefas de análise e correção de projetos, apresentada na **figura 1.16**. O recadastramento faz atualização de informações cadastrais dos imóveis urbanos, utilizando-se de instrumentos de informática e procedimentos manuais de fichas técnicas, **figura 1.17**. Gerência de controle urbano presta consultas técnicas através de atendimento individualizado. No protocolo técnico as atividades de expedição de documentos são feitos através da rede de computadores e arquivamento de processos. A **tabela 1.2** apresenta as variáveis ambientais da sala de controle urbano

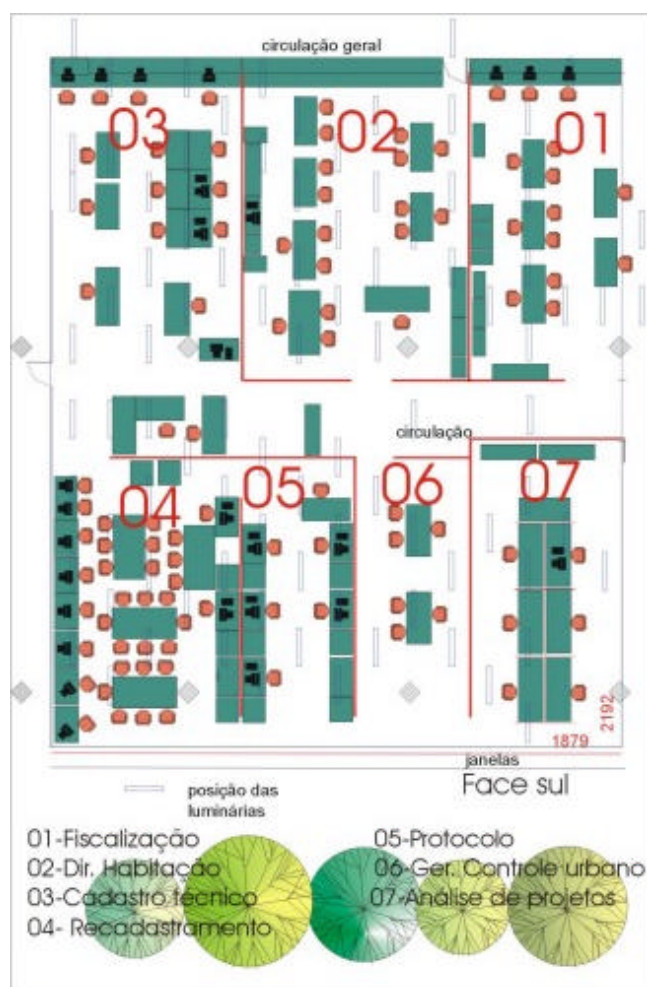


Figura 1.14. Lay out da sala de cadastro técnico com setorializações.



Figura 1.15. Balcão de atendimento do setor de fiscalização.



Figura 1.16. Estações de trabalho do setor de análise de projetos.



Figura 1.17. Setor de atualização cadastral – recadastramento.

Tabela 1.2. Levantamento das variáveis ambientais da sala de controle urbano.

VARIÁVEIS	quantidades	especificações
Orientação		sul
População	97 usuários	35 femininos e 62 masculinos
Idade média	32 anos	
Luminárias	89 unidades	
Interruptores	08 unidades	
Computadores	24 conjuntos	
Escrivaninhas (similar)	31 unidades	Balcões de atendimento
Cortinas (similar)		Ausentes
Cores:Forro		Preto (sem fechamento)
Piso		Ardósia verde
Parede divisória		Cor creme
Escrivaninhas		Cor creme, branca, madeira
Computadores		Cor gelo
Armários		Verde, madeira
Persianas		Ausentes
Luz do sol		Ausentes
Iluminação artificial		Presente durante o expediente
Elementos arbóreos		Presentes externamente

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo a análise das condições de iluminação de uma edificação com atividade de escritórios, através do estudo da distribuição das iluminâncias nos planos horizontais e verticais.

1.3.1 Objetivos Específicos

- 1 - Levantamento dos problemas relacionados ao conforto lumínico junto aos usuários;
- 2- Verificação experimental das iluminâncias e do comportamento da iluminação artificial nos espaços escolhidos;
- 3- Estudo da distribuição da luz do sol e a sua contribuição ao ambiente na sala de engenharia;
- 4- Estudo do campo visual identificando os elementos que influenciam comportamento dos usuários dos planos de trabalho.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa se apresenta em cinco capítulos: Introdução, Revisão bibliográfica, Metodologia, Análise e discussão, Conclusão.

Na introdução se faz a apresentação do tema a ser desenvolvido, através da justificativa e os objetivos.

No capítulo 02: Revisão bibliográfica - se faz uma abordagem da literatura existente quanto à iluminação artificial e quanto à contribuição da luz do sol nos ambientes de escritórios.

No capítulo 03: Metodologia - são feitas descrições dos métodos adotados para pesquisa quanto ao levantamento dos problemas do conforto lumínico junto aos usuários; dos levantamentos experimentais, caracterizando os procedimentos na determinação das

iluminâncias; do comportamento da luz do sol em um dos ambientes escolhidos; dos estudos do campo visual nos planos de trabalho.

No capítulo 04: Análise e discussão- são realizadas as análises dos dados apresentados e considerações em relação aos estudos efetuados.

No capítulo 05: Conclusão - é apresentada a discussão final assim como formuladas as recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 02

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 02	20
2.1 INTRODUÇÃO	21
2.2 ASPECTOS IMPORTANTES DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE ESCRITÓRIO.....	21
2.2.1 Zona Crítica de Visão	22
2.2.2 Considerações sobre Iluminância.....	23
2.2.2.1 Normas e Recomendações para Tarefas Visuais.....	24
2.2.2.2 Escritórios com computadores	28
2.2.2.3 Cor.....	30
2.2.3. Luminância em Ambientes de Escritórios	31
2.2.3.1 Luminâncias Presentes no Ambiente de Terminais de Computador	33
2.2.3.2 Considerações para Determinação do Nível de Iluminação da Tarefa.....	34
2.2.3.3 Quantidade de Luz Refletida em Escritórios.....	34
2.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....	35
2.3.1 Iluminação Direta.....	36
2.3.2 Iluminação Indireta.....	36
2.3.3 Iluminação Direta-Indireta.....	37
2.4 CONTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL ATRAVÉS DE ABERTURAS.....	37
2.5 PESQUISAS RELACIONADAS AO CONFORTO VISUAL	38
2.5.1 Suplementação da iluminação artificial em ambientes iluminados pela luz do sol, aumentando o conforto visual	38
2.5.2 Promover o uso da iluminação natural nos ambientes de trabalho através de estratégias de iluminação nos espaços de transição.	39
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40

2.1 INTRODUÇÃO

Um ambiente luminoso adequado é aquele que satisfaz as necessidades de informações visuais dos seus ocupantes. O que é de interesse é salientado, enquanto o resto não; deve haver o máximo de sinal (informação útil e requerida) e o mínimo de ruído (informação irrelevante e indesejável). Para a produção de um ambiente que satisfaça as necessidades de um determinado espaço, é necessário listar as atividades a serem desenvolvidas, priorizando-as em termos de importância e frequência de ocorrência (PEREIRA e SOUZA, 2000).

A boa iluminação deve ter direcionamento adequado e intensidade sobre o local de trabalho, bem como proporcionar boa definição de cores e ausência de ofuscamento. Os ambientes construídos (internos e externos) são iluminados para permitir o desenvolvimento das tarefas visuais. É, portanto, muito importante que se saiba o que influencia a habilidade das pessoas em desempenhar estas tarefas (LAMBERTS et al, 1997).

2.2 ASPECTOS IMPORTANTES DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTE DE ESCRITÓRIOS.

Os projetos de escritório normalmente são espaços abertos e generalizados para os ocupantes desempenharem as funções, seja na escrita, junto ao computador, no atendimento direto ou atendendo telefone. Devem levar em consideração a boa visibilidade, estimulando o indivíduo à produtividade. O ambiente luminoso e a iluminação de tarefas devem ser trabalhados concomitantemente para redução de custos operacionais e de saúde visual.

A maioria dos projetistas entende muito pouco da relação existente entre a quantidade de luz e visibilidade e a percepção de brilho. Geralmente, não distinguem nível de iluminação (medido em lux) de luminância (medida em candela/m²) – as unidades

básicas de um projeto de iluminação. São, na maioria dos casos, incapazes de diferenciar se um ambiente tem pouca luz ou se apenas parece escuro. A quantidade de luz é apenas um dos muitos fatores que determinam a visibilidade de uma cena e a quantidade da iluminação de um ambiente. Cada espaço, pessoa, objeto e tarefa visual apresenta características específicas e requer informações próprias (PEREIRA e SOUZA, 2000).

2.2.1 Zona Crítica de Visão

Em espaços de escritório é provável que algum aparelho de iluminação atinja o campo visual dos ocupantes de forma direta ou indireta, comprometendo a visibilidade e o conforto visual. Para atividades executadas em planos horizontais, é definida como zona crítica a parte do ambiente que dadas condições de observação, os fatores de iluminância são superiores ao fator médio do local, como demonstra a **figura 2.1**. (ILUMINAÇÃO BRASIL, 1993)

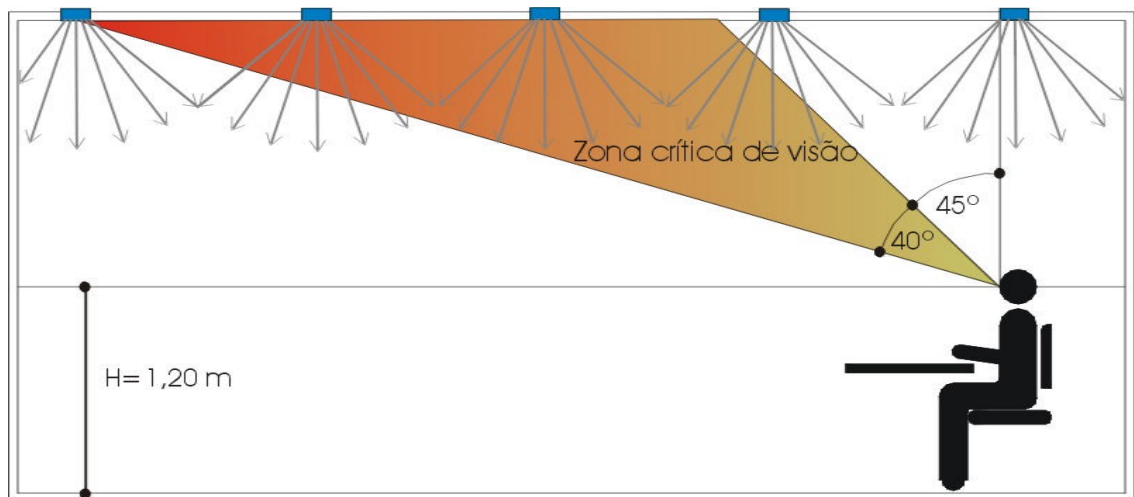


Figura 2.1. Zona crítica de visão para tarefas nos planos horizontais. Fonte: Iluminação Brasil (1993).

A área de trabalho convencional é definida em um formato com ângulos inferiores direito e esquerdo cortados a cerca de 25° em relação à horizontal. A posição do olho é situada a 40cm acima do plano horizontal. Nesta área são indicados quatro pontos de

referência principais, como na **figura 2.2**. Quando não se opera com computador, a prestação visual ocorre geralmente em torno da direção de 25° da vertical. Quando o ângulo de reflexão for igual ao de incidência, a direção da intensidade luminosa que provoca a reflexão veladora mais incômoda é a de 25° (ILUMINAÇÃO BRASIL, 1993).

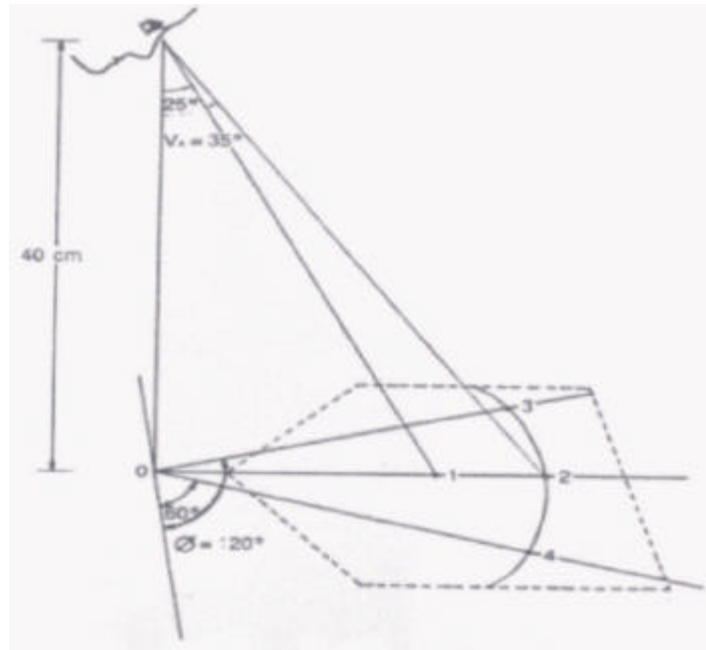


Figura 2.2. Pontos referenciais para tarefas no plano horizontal. Fonte: Iluminação Brasil (1993).

2.2.2 Considerações Sobre a Iluminância.

Quando a luz emitida por uma fonte atinge uma superfície, esta será iluminada. Iluminância é a medida da quantidade de luz incidente numa superfície por unidade de área (PEREIRA e SOUZA, 2000).

O nível de iluminância é uma importante característica da iluminação, assim como a distribuição de seus diferentes valores. Para a visão, o nível ótimo de iluminância não é necessariamente o mais alto nível. É, sim, aquele que nos possibilita a melhor visão, um reconhecimento fácil da mensagem visual sem nos causar cansaço visual. Aceita-se que a provisão de uma quantidade maior de luz possibilita às pessoas desenvolverem tarefas

mais precisas e apreciar as cores com muito mais exatidão. Existem dois fatores limitantes para melhoria da visão:

- considerações econômicas: quanto maior for o nível de iluminância adotado, maior será o consumo de energia, o custo de instalação e manutenção (VIANNA & GONÇALVES, 2001).
- relação entre acuidade visual e nível de iluminância: o rendimento visual até 1000 lux cresce e a fadiga visual decresce. A partir daí, até 2000 lux o rendimento visual tende a permanecer constante, com um acréscimo da fadiga. Ultrapassando os 2000 lux, o rendimento visual tende a permanecer constante com um aumento da fadiga. Recomenda-se que somente em situações especiais se utilizem níveis de iluminamento maiores que 2000 lux (PEREIRA e SOUZA, 2000).

2.2.2.1 Normas e Recomendações para Tarefas Visuais.

No Brasil, a referência disponível que estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas para iluminação artificial é a NBR 5413/92 da ABNT, 1992. Esta norma apresenta iluminância por classe de tarefas visuais como na **tabela 2.1**, observando que as classes, bem como os tipos de atividade, não são rígidos quanto às iluminâncias-limite recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não nos valores das classes/tipos de atividade adjacentes, dependendo das características do local e/ou tarefa. Para determinação da iluminação conveniente, recomenda-se análise das características da tarefa e do observador, levando-se em consideração a idade, a velocidade e precisão, refletância do fundo da tarefa de acordo com a tabela de pesos. A NBR 5413/92 faz menção à consulta da NBR 5382 como complemento desta para verificação da iluminância de interiores no método de ensaio.

Tabela 2.1. Iluminação por classe de tarefas visuais. Fonte: NBR 5413/92

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20 – 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 – 75 – 100	Orientação p/ permanência curta
	100 – 150 – 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos.
	200 – 300 – 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios.
B Iluminação geral para área de trabalho	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
	1000 – 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 – 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno.
	5000 – 7500 – 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
	10000 – 15000 – 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.

Com referência a iluminação natural, o projeto de norma proposto em dezembro de 1998 traz um conjunto de quatro normas, a saber: parte 1: conceitos básicos e definições; parte 2: procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural; parte 3: procedimento de cálculo para determinação da iluminação natural em ambientes internos; parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Método de ensaio.

O projeto 02:135.02-004 constitui a norma referente à parte 4 do Projeto de Norma, onde se prescrevem métodos para verificação experimental das condições de iluminância e luminância de ambientes internos, aplicando as definições da NBR 5413/92 e as dos projetos 02:135.02-001 e 02:135.02-002.

A legislação urbana do município de Maringá, através da lei complementar 335/99 do uso do solo traz, no artigo 34 da seção VI, a seguinte recomendação: “... deverá ser explorado o uso de iluminação natural e a renovação natural de ar, sem comprometer o conforto térmico das edificações”, estabelecendo através de tabelas os parâmetros mínimos de aberturas, onde esta relação é determinada em função da área do piso do compartimento. Especificamente para edificações de uso comercial as exigências mínimas são apenas para escadas e rampas coletivas (0,30m²), salas (1/5) e sobreloja (1/7). O termo “uso comercial” é genérico, não faz diferenciação de atividades afins. A grande porção de projetos aprovados pela municipalidade (informações prestadas pelo corpo técnico da análise de projetos) indica que os profissionais seguem o mínimo necessário estabelecido pela lei municipal para efeito de aberturas para iluminação e ventilação natural. O artigo pertinente ao conforto ambiental que faz parte da lei complementar municipal deve ser analisada, definindo critérios baseados nas normas da ABNT. A divulgação da literatura específica junto aos órgãos de representação técnica se faz fundamental para sensibilizar e aperfeiçoar os conhecimentos na área de conforto ambiental, pois o código de obras, apesar de regulamentar as construções, não é por si só um instrumento suficiente para garantir bons resultados finais a uma edificação (AMARAL,1999).

A IESNA – Illumination Engineering Society of North America traz recomendações quanto aos níveis de iluminância através da tipologia das tarefas visuais, a saber: orientação quanto a tarefas visuais simples; tarefas visuais comuns e tarefas visuais especiais, como apresentado no **quadro 2.1**. Observa-se ainda, com relação às iluminâncias recomendadas, que pode existir uma diferença de valores tolerados de 1/3 para mais ou 1/3 para menos que o valor indicado.

Pode-se observar que a classificação das tarefas utilizadas pela IESNA equivale à tipologia das funções determinadas pela NBR 5413/92.

Quadro 2.1. Categoria de Iluminância. Fonte: IESNA (2000)

1 - Orientação e tarefas visuais simples. Nas tarefas executadas ocasionalmente, como leituras e inspeções visuais, o desempenho visual é pouco valorizado. São recomendados níveis mais altos para tarefas onde desempenho visual é ocasionalmente importante.

A	Espaços públicos	30 lx (3fc)
B	Orientação Simples baixa permanência	50 lx (5fc)
C	Espaços onde tarefas visuais simples são executadas	100 lx (10fc)

2 - Tarefas visuais comuns. O desempenho visual é importante. Estas tarefas são executadas em setores comerciais, aplicações industriais e residenciais.

Níveis de iluminância são diferenciados por causa das características de cada tarefa. São recomendados níveis mais altos para tarefas visuais com elementos críticos de baixo contraste ou para elementos pequenos.

D	Desempenho de tarefas visuais de alto contraste e tamanho grande	300 lx (30fc)
E	Desempenho de tarefas visuais de alto contraste e tamanho pequeno, ou tarefas visuais de baixo contraste e tamanho grande	500 lx (50fc)
F	Desempenho de tarefas visuais de baixo contraste e tamanho pequeno	1000lx (100fc)

3 - Tarefas visuais especiais: neste caso o desempenho visual é de importância crítica. Estas tarefas são muito especializadas, existem contrastes muito pequenos ou elementos críticos muito baixos. Devem ser alcançados os níveis de iluminância indicados com iluminação adicional. Níveis mais altos são alcançados freqüentemente trazendo-se a fonte luminosa próximo à tarefa.

G	Desempenho de tarefas visuais próximos ao limiar	3000 a 10.000lx (300 a 1000fc)
---	--------------------------------------------------	-----------------------------------

2.2.2.2 Escritórios com Computadores

Em ambientes de escritórios que utilizam computadores para desempenho das tarefas visuais, o valor de iluminância não deveria exceder 500lux (atividades no plano horizontal), como dispositivo de precaução para ofuscamento sobre as telas dos monitores IESNA (2000). A **tabela 2.2** apresenta recomendações para desempenho destas tarefas, pesquisadas e publicadas pelos comitês especializados.

Tabela 2.2. Recomendações de iluminação para escritórios com computadores. Fonte: Veitch (2001).

Fonte	IESNA	CIBSE	NUTEK
Iluminância (lux)	300 – 500	300 – 500	300 - 500

IESNA: American National Standard Practice for Office Lighting;

CIBSE: Chartered Institute of Building Services Engineers. Office Lighting;

NUTEK: Swedish National Board for Industrial and Technical Development. Lighting design requirements: Office lighting.

O usuário que desempenha tarefa em ambientes abertos pode executar movimentos físicos relacionadas ao plano horizontal e vertical, onde uma porção significativa de luminárias do teto e a própria superfície do teto podem interferir no campo visual - espaço compreendido a partir do ângulo de 45° da vertical, como apresentado na **figura 2.3** (IESNA, 2000).

Para melhor adequação na ergonomia, evitando interferências (reflexões) na tela do monitor, os usuários de computadores podem ajustar os equipamentos posicionando-os dentro dos ângulos de 5° e 15° de inclinação em relação à vertical, como visto na **figura 2.4**. Considerando-se que existem modelos diferentes de monitores, com telas em curvaturas variadas, as reflexões podem se tornar inevitáveis devido à configuração angular, fazendo com que muitas informações, sejam elas luminárias ou janelas, se configurem na tela (IESNA, 2000).

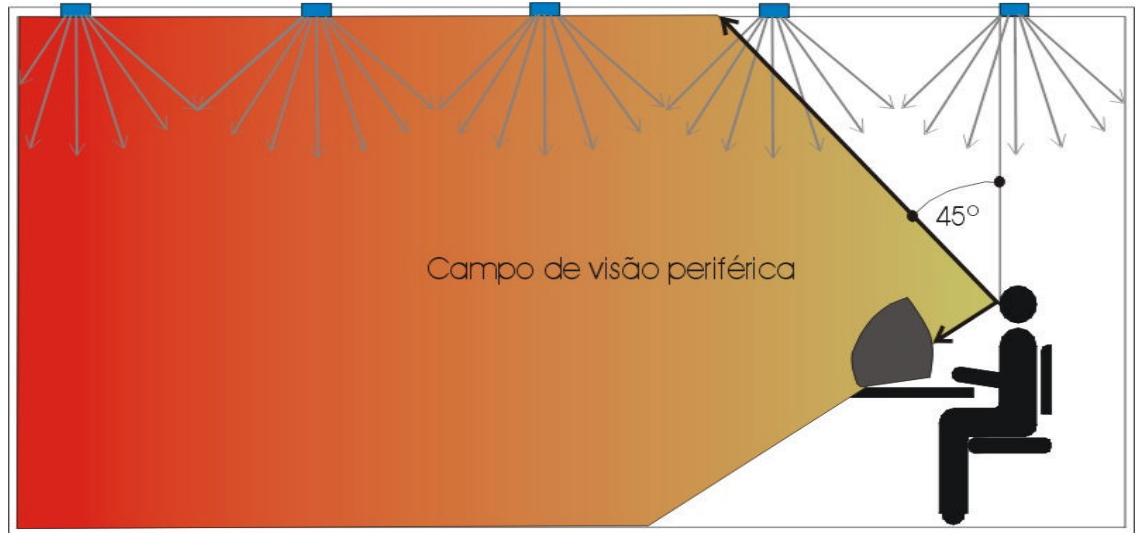


Figura 2.3. Esquema gráfico de um campo de visão periférica. Fonte:IESNA (2000)

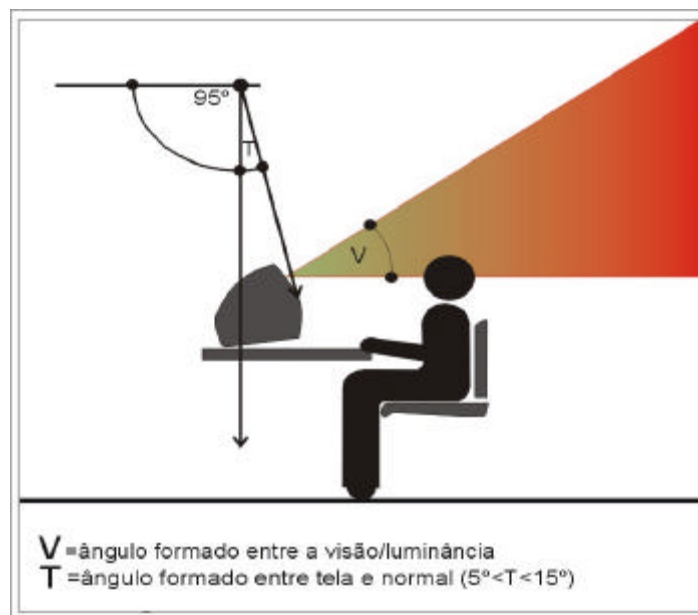


Figura 2.4. Esquemático de ângulo de visão para terminais com computador. Fonte: IESNA (2000).

Uma grande variedade de elementos circunvizinhos ao terminal de vídeo pode afetar a visão do operador, causando a redução da visibilidade, e conseqüentemente o aborrecimento e a distração no desempenho da tarefa, principalmente em ambientes

com dimensões razoavelmente grandes. Os reflexos em telas de contraste negativo (fundo claro e caracteres escuros) podem reduzir o contraste, distraindo menos que as telas em contraste positivo (fundo escuro e caracteres claros). Em ambientes pequenos é pouco provável a interferência dos elementos do teto, conforme **figura 2.5**, onde o ângulo de visão compreendido entre 65° e 110° é a gama normal para reflexões (IESNA, 2000).

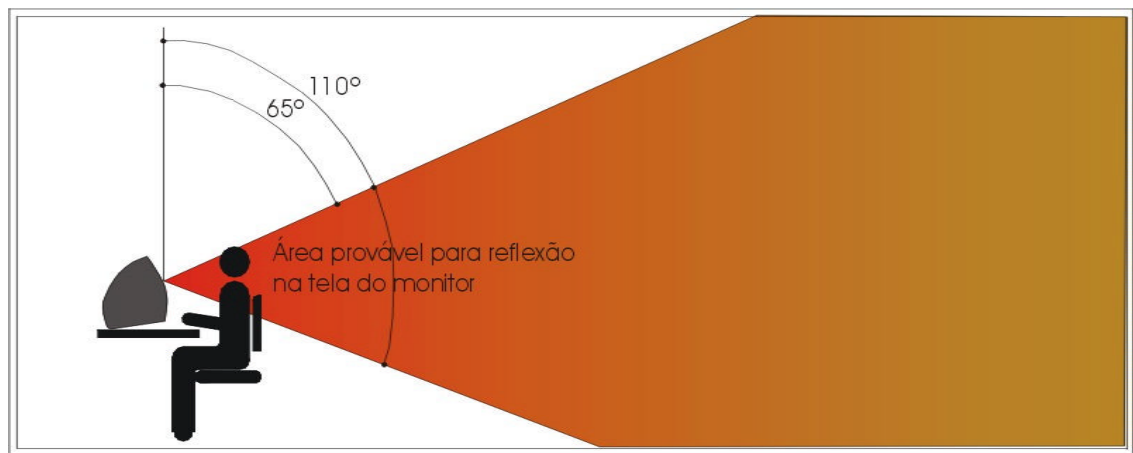


Figura 2.5. Esquemático de ângulo de reflexão em monitores de computador.

Fonte: IESNA (2000)

2.2.2.3 Cor

Para uma iluminação de qualidade, a aparência de cor das fontes de luz deverá estar relacionada com os níveis de iluminação. Quanto maior for o nível de iluminação, maior deverá ser a temperatura de cor correlata da fonte de luz (luz mais branca) para se obter uma aparência de cor agradável. Em função da iluminância do projeto e da temperatura de cor correlata da fonte, as cores terão uma aparência mais natural. Se esses limites são ultrapassados, isso resultará em impressões de cor não naturais e desagradáveis (PEREIRA E SOUZA, 2000).

A cor pode afetar positiva ou negativamente o desempenho da tarefa, quando os usuários forem expostos a longos períodos de trabalho, mesmo esses não estando atentos ou apercebidos deste efeito. A **tabela 2.3** mostra a aparência da cor em função do nível de iluminação para ambientes iluminados com lâmpadas fluorescentes.

Tabela 2.3. Aparência da cor em função da iluminância. Fonte: Pereira e Souza (2000)

Iluminância (lux)	Aparência de cor da luz		
	Quente	Intermediária	Fria
< 500	Agradável	Neutra	Fria
500 – 1000	↑↓	↑↓	↑↓
1000 – 2000	Estimulante	Agradável	Neutra
2000 – 3000	↑↓	↑↓	↑↓
> 3000	Inatural	Estimulante	Agradável

2.2.3. Luminância em Ambientes de Escritórios.

Luminância pode ser considerada como uma medida física do brilho de uma superfície iluminada ou fonte de luz, essa luminosidade vista pelo homem, é denominada de luminância. A luminância é uma excitação visual e a sensação de brilho é a resposta visual a esse estímulo. Dessa maneira, é definida como sendo a relação entre intensidade (de uma fonte ou de uma superfície iluminada) por unidade de área aparente numa dada direção (PEREIRA e SOUZA, 2000). A **tabela 2.4** apresenta algumas fontes com os respectivos valores de luminância. Para medir a luminância existe o aparelho denominado luminancímetro, onde se reproduz a imagem da superfície projetada.

Tabela 2.4. Valores de luminância de algumas fontes. Fonte: Pereira e Souza (2000).

FONTE	LUMINÂNCIA(cd/m ²)
1600	1600×10^6
Céu claro	$0,4 \times 10^4$
Lâmpada de tungstênio de bulbo claro (100W)	$6,5 \times 10^6$
Lâmpada de tungstênio de bulbo leitoso	$(100W) 8 \times 10^4$
Lâmpada a vapor de mercúrio alta pressão (400W)	120×10^4
Lâmpada fluorescente (80W)	$0,9 \times 10^4$
Lâmpada a vapor de sódio baixa pressão	$(140W) 8 \times 10^4$
Papel branco (fator de reflexão 80%) E=400 lux	100
Papel cinza (fator de reflexão 40%) E=400 lux	50
Papel preto (fator de reflexão 4%) E=400 lux	5

Para iluminação de escritórios a variação o da luminância deverá ser controlada acompanhando limites e assegurando condições de boa visibilidade, o que torna o ambiente mais interessante para o desempenho das tarefas. Os efeitos visuais são influenciados por três fatores no campo de visão: adaptação visual, ofuscamento e desconforto (IESNA,2000). Para tais efeitos, recomenda-se seguir as diretrizes conforme a **tabela 2.5 e figura 2.6**.

Tabela 2.5. Relação de Luminância máxima recomendada para escritórios com computador. Fonte: IESNA (2000).

RELAÇÃO	PROPORÇÃO
Entre as tarefas e a tela do monitor adjacente	3:1 ou 1:3
Entre as tarefas e superfícies escuras adjacentes	3:1 ou 1:3
Entre as tarefas e superfícies afastadas	10:1 ou 1:10

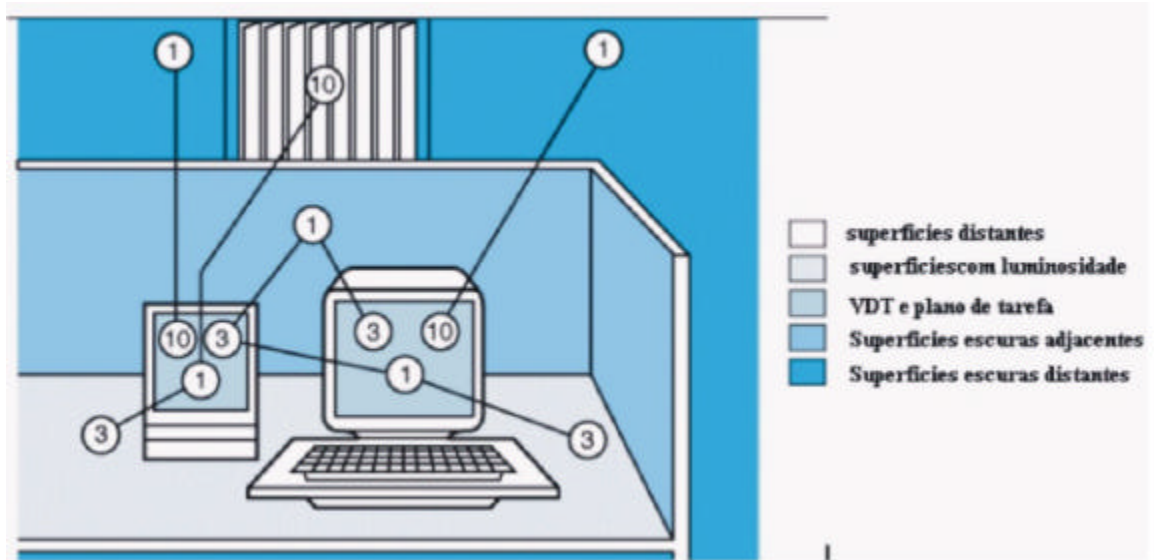


Figura 2.6. Luminâncias máximas recomendadas para estação de trabalho com computadores e a relação entre as superfícies. Fonte: IESNA (2000).

2.2.3.1 Luminâncias Presentes no Ambiente de Terminais de computador.

Num posto de trabalho com computador geralmente são envolvidas tarefas visuais como: leitura do texto no monitor; procura de letras ou símbolos no teclado; leitura de texto vizinho ao monitor ou ao teclado. No monitor disposto em posição quase vertical, os caracteres de leitura podem ser claros sobre o fundo escuro e vice-versa; o seu contraste pode ser regulado de acordo com a preferência do operador. A tarefa visual não apresenta dificuldades, mas as luminâncias presentes no ambiente (luminárias, janelas, paredes ou elementos com alta refletância) podem reduzir o contraste de entre caracteres e fundo, aumentando o tempo de acomodação visual e causando estresse. As teclas são geralmente fontes de reflexão indesejáveis, muito difíceis de serem evitadas mesmo sendo opacas, pois com o tempo de uso ficam brilhantes e reflexivas. Uma luminância muito elevada (luminária, janela ou uma parede com alta refletância) atrás do monitor, no campo visual do operador, pode produzir ofuscamento indireto (ILUMINAÇÃO BRASIL, 1996).

2.2.3.2 Considerações para determinação do Nível de Iluminação da Tarefa.

O desempenho na realização de uma tarefa se relaciona com a acuidade visual, mas também com a complexidade e dificuldade da própria tarefa em si e com a capacidade e experiência que o próprio indivíduo tem em realizá-la. Alguns fatores devem ser levados em consideração para determinação do nível de iluminação para uma tarefa: o tamanho dos detalhes críticos dessa tarefa; a distância a que esses detalhes são vistos; a luminância da tarefa; os contrastes entre tarefa e entorno; a velocidade com que essa tarefa deve ser desenvolvida; o grau de precisão exigido na sua realização; idade de quem a realiza (VIANNA & GONÇALVES, 2001).

2.2.3.3 Quantidade de Luz Refletida em Escritórios

Para locais de trabalho de atividades com acuidade visual, o teto deve ser sempre claro. O teto é a principal superfície de contribuição para a reflexão da luz e para a quantidade de luz incidente no plano de trabalho. Sob o aspecto quantitativo, de cálculo, adota-se um coeficiente de reflexão de aproximadamente 70% para ele, o que corresponde exatamente às cores claras. As paredes também devem ser claras, pois são as segundas superfícies importantes. Sob o aspecto quantitativo de cálculo, adota-se um coeficiente de reflexão de aproximadamente 50%, devido aos tipos de mobiliário existentes – o que diminui o coeficiente médio de reflexão. As áreas envidraçadas não refletem muita luz. Para o piso poderemos adotar coeficiente de aproximadamente 10% ou 20% (VIANNA & GONÇALVES, 2001) Nos espaços de escritórios, recomendam-se os valores quantificados na **figura 2.7**.

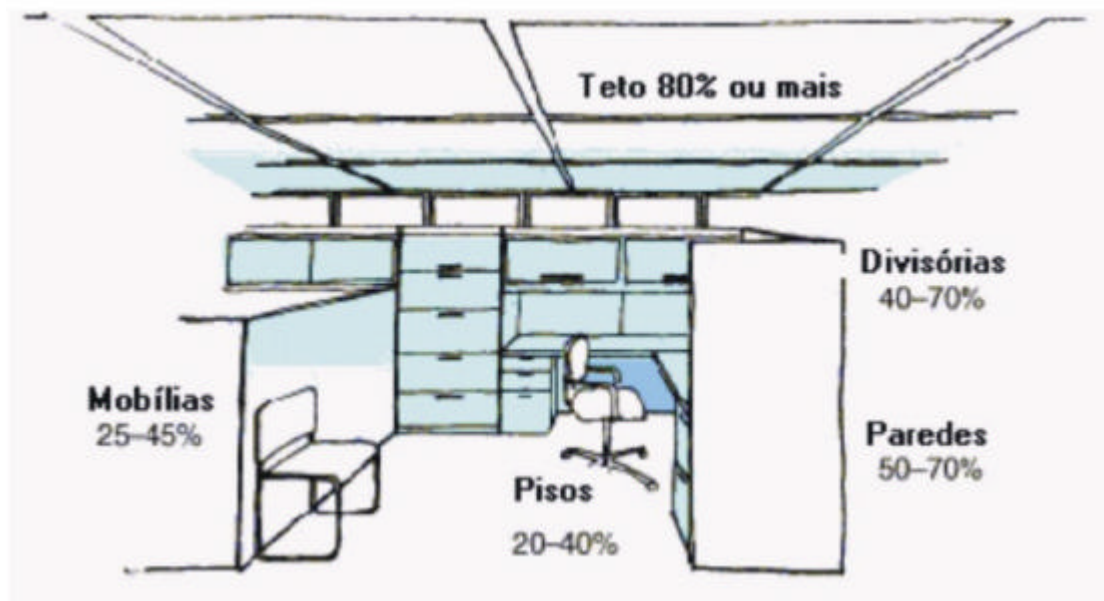


Figura 2.7. Refletâncias recomendadas para ambientes de escritórios. Fonte: IESNA (2000).

2.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.

Em ambientes de escritório o sistema que abrange os planos de tarefas, tanto no plano vertical como no horizontal, são do tipo “iluminação geral”, que consiste numa iluminação imprópria para quem desempenha tarefas específicas. Para planos abertos onde haja interferência de sombras ocasionadas pelos mobiliários adjacentes é recomendável a iluminação localizada, que possibilita a especificação em baixos valores de iluminância nos espaços de utilização ocasional e de circulação. São basicamente três as classificações utilizadas para ambientes de escritório, de acordo com o percentual do fluxo luminoso emitido pela fonte: iluminação direta, indireta e direta-indireta demonstrado na **figura 2.8.** (IESNA 2000).

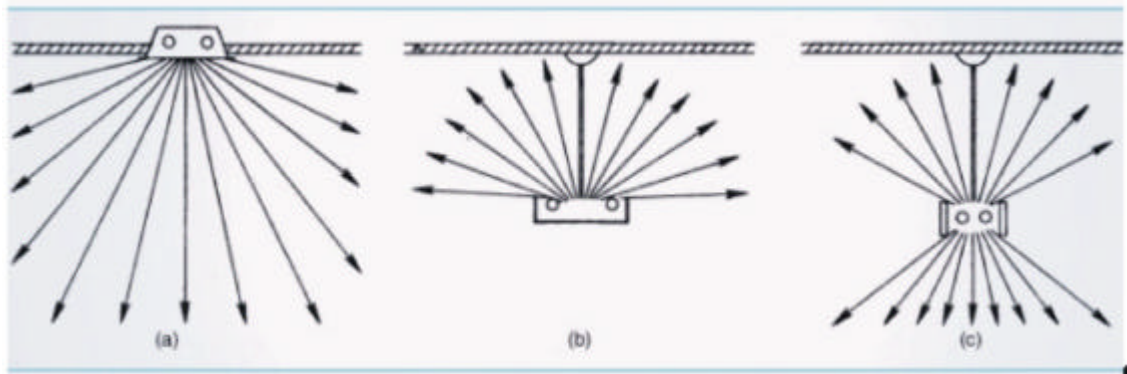


Figura 2.8. Classificação das luminárias: (a) direta; (b) indireta; (c) direta-indireta. Fonte: IESNA (2000).

2.3.1 Iluminação Direta.

No caso da iluminação direta, deverá ser observado cuidadosamente o fluxo luminoso, em ambientes com terminais de vídeo. A luminância proveniente das luminárias nos monitores de vídeo pode ser equivalente à luminância do teto (forro), evitando desta forma altos contrastes no plano superior e a criação de imagens refletidas nas telas dos monitores (IES, 1989).

Este sistema pode ocasionar focos de sombreamento nas superfícies das paredes e áreas adjacentes às divisórias baixas. Uma das alternativas para correção destes fatos é a utilização de luminárias adjacentes às paredes, direcionadas para expansão das luminâncias. O valor máximo de luminância para o teto em relação à tela do VDT não deveria exceder a 850cd/m^2 . (IESNA, 2000).

2.3.2 Iluminação Indireta

A iluminação indireta é alcançada dirigindo-se o fluxo luminoso para o teto (ou para a parede) antes de chegar ao plano de trabalho, tornando a superfície refletida a área mais iluminada no ambiente.

Torna-se importante a distribuição uniforme das luminárias no teto. A presença de áreas escuras e claras no teto criará imagens sobre as telas dos monitores

Este sistema evita sombras e reflexões sobre o plano das tarefas, porém pode produzir a redução do senso de clareza visual, a percepção de profundidade ou a orientação. Para

usuários dos terminais de vídeo, a possibilidade de trabalhar dentro do ângulo de 15° vertical torna-se confortável também no plano horizontal (IESNA, 2000).

2.3.3 Iluminação Direta-Indireta

A associação de dois tipos de iluminação com distribuição de luz descendente e superior pode produzir resultados interessantes, onde a porção indireta deve se caracterizar por reproduzir luminâncias não excessivas no teto, e a porção direta da iluminação difusa deve atender ao mínimo de ofuscamento. Tipicamente esta opção resolve as insuficiências individuais e ao mesmo tempo maximiza vantagens (IESNA, 2000).

2.4 CONTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL ATRAVÉS DE ABERTURAS

Uma das mais marcantes características da iluminação lateral é sua falta de uniformidade em termos de distribuição pelo local. Nos ambientes iluminados lateralmente, o nível de iluminância diminui rapidamente com o aumento da distância da janela. Normalmente se considera a profundidade de eficiência da penetração da luz como dependente da relação entre a altura do piso e a da parte superior da abertura. A conveniência desta proporção deve ser verificada em função do tipo e do espaço a ser projetado, uma vez que tanto os níveis de iluminâncias mínimos quanto a uniformidade da distribuição da luz são critérios essenciais de desempenho luminoso. Em edifícios iluminados lateralmente, as janelas governam no total a luz do dia. Quanto maior a área envidraçada, maior a quantidade de luz admitida. Mas a quantidade em um ponto dependerá não somente do tamanho, mas também da situação da janela em relação a este ponto. Se considerarmos o nível de iluminação necessário para uma tarefa a ser realizada sobre um plano horizontal, veremos que quanto maior a altura da janela sobre este plano de referência, maior será a componente celeste obtida. Os peitoris envidraçados abaixo do plano de trabalho não contribuem para a iluminação do local, pois dificilmente esta incidirá sobre o plano. Para janelas largas e horizontais as curvas isolux seguem uma forma de elipse alargada, paralela à janela, dando às áreas separadas por parede uma distribuição diurna uniforme (VIANNA & GONÇALVES, 2001).

A incidência direta da luz do sol através de aberturas normalmente traz problemas térmicos e de ofuscamento. Algumas medidas podem ser tomadas para controle da luz, através do uso de materiais termicamente selecionados, da orientação das janelas, de dispositivos ajustáveis e elementos arquitetônicos. Tais medidas, por sua vez, podem reduzir o potencial da iluminação no interior das salas, criando regiões obscuras para o desempenho da tarefa (LIGHTING DESIGN & APPLICATION, 1979).

PIETROBON (1999) analisou uma edificação na estação climática de verão e verificou que quando não há obstrução externa, a orientação influi no regime da iluminação interna no caso em que predomina a insolação direta. Em contrapartida, quando há proteção arbórea, que atua como um difusor da iluminância externa, a orientação do edifício passa a influir menos na eficiência lumínica, conforme a proteção arbórea seja de baixa ou alta transparência.

2.5 PESQUISAS RELACIONADAS AO CONFORTO VISUAL

LAMBERTS *et al.* (1997) procuram definir o conforto visual como sendo a existência de um conjunto de condições num determinado ambiente que permita ao ser humano desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço e menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes. Para ocorrência de tais condições de forma tranqüila para o processo visual, podem ser classificados os seguintes requisitos: iluminância suficiente, boa distribuição de iluminância, ausência de ofuscamento, contrastes adequados (proporção de luminâncias) e bom padrão e direção de sombras.

Foram colocadas nesta seção pesquisas que buscaram parâmetros na conceituação do conforto visual através de levantamentos experimentais e avaliações junto aos usuários.

2.5.1 Suplementação da iluminação artificial em ambientes iluminados pela luz do sol, aumentando o conforto visual

Uma avaliação de conforto visual baseado nas medições experimentais de iluminância pôde ser efetuada quando ASADA e SHUKUYA (1998) pesquisaram o edifício de

escritórios *Kohoku-NT Building* localizado em Yokohama (Japão), com a proposta de avaliar a iluminação natural de um ambiente construído, verificando os efeitos, durante o verão de 1996. Analisou-se uma edificação com cinco níveis de piso, constituída por um grande átrio, com cobertura inclinada e estrutura metálica, voltada para a face norte e o espaço de escritórios, semi-integrado ao átrio, voltado para face sul. Esta última face possui maiores incidências solares, tendo sido projetadas bancadas de sol ao longo da fachada. Foi escolhido o quarto piso de escritórios, onde foram determinadas duas situações para medição: uma com lâmpadas fluorescentes apagadas e outra com lâmpadas acesas, de forma que sobre o plano de trabalho se tivesse um alcance de pelo menos 300 lux. Foi perguntado se o ambiente era aceitável ou não através de um questionário que utilizou as na questão as alternativas: confortável, ligeiramente confortável, ligeiramente não-confortável e não-confortável. A experiência foi realizada ao longo do dia, executando-se tarefas sobre o plano de trabalho. As bancadas de sol, o átrio e a cobertura inclinada contribuem no plano de trabalho de tal modo que a iluminância tenha um alcance maior que 400 lux durante o período da tarde. A resposta para o ambiente confortável ou ligeiramente confortável, que equivalia a 77% dos casos, era para a condição de lâmpadas apagadas. Esta porcentagem subiu para 90%, quando pequenas quantias de lâmpadas foram acesas, indicando que o conforto visual em ambientes de escritório iluminados naturalmente pode ser melhorado com uma pequena soma de luz artificial no teto, que por sua vez auxilia na minimização do consumo elétrico.

2.5.2 Promover o uso da iluminação natural nos ambientes de trabalho através de estratégias de iluminação nos espaços de transição.

A pesquisa realizada por SHUKUYA E MORIHANA (2000), no Instituto de Tecnologia Musashi (Japão), pode ser um complemento ao estudo citado no parágrafo anterior, como uma proposta de continuidade para ambientes de trabalho visando ao controle do consumo de energia. Os pesquisadores efetuaram o planejamento estabelecendo um percurso, com o intuito de comparar a sensação de claridade com a variação dos níveis de luminosidade disponíveis aos olhos. O percurso foi planejado para que o aluno caminhasse através não somente de interiores, mas também em

espaços externos, sempre anotando suas sensações de claridade. Utilizou-se uma escala de sensação que variou de escuro a ligeiramente escuro, nem escuro nem claro, ligeiramente claro e claro. O resultado foi que o ser humano pode perceber claridade mesmo com baixo nível de luminosidade, após exposição a níveis de luminosidade mais baixos. Isso sugere a possibilidade de construção de um sistema de energia elétrica apropriado que forneça luminosidade mais baixa, embora suficiente, em corredores, para aumentar o uso da luz natural disponível através de janelas em ambientes de trabalho.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram expostas informações que auxiliam na fundamentação da pesquisa, principalmente da análise das condições de iluminação de ambientes com atividades voltadas para escritório. As informações referendadas são resultados de pesquisas específicas dos espaços internos, na grande parte do contexto voltado para iluminação artificial, buscando mostrar as principais condicionantes que podem participar no ambiente, em especial no plano das tarefas.

CAPÍTULO 03

METODOLOGIA

CAPÍTULO 03	41
3.1 INTRODUÇÃO	42
3.2 VERIFICAÇÃO COMPORTAMENTAL DO USUÁRIO NO AMBIENTE LUMINOSO	42
3.2.1 Sala de Engenharia	42
3.2.2 Sala de Controle Urbano.....	43
3.2.3 Questionário.....	43
3.3 DISTRIBUIÇÃO DA LUZ NA SALA DE ENGENHARIA	43
3.4 VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL	44
3.4.1 Instrumentação utilizada para medição.....	45
3.4.2 Procedimentos para medição da iluminância no plano horizontal.....	46
3.4.2.1 Determinação dos pontos na sala de engenharia.....	48
3.4.2.2 Determinação dos pontos na sala de controle urbano.	49
3.4.2. Medição da iluminância.....	50
3.4.3 Iluminância no plano vertical	51
3.5 LEVANTAMENTO DO CAMPO VISUAL NO PLANO DE TRABALHO	52
3.6 LEVANTAMENTO QUANTO AO USO REGULAR DAS LUMINÁRIAS	52
3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a metodologia para estudo das condições de iluminação, buscando informações do objeto de estudo através dos aspectos comportamentais dos usuários, da distribuição da luz do sol na sala de engenharia, dos procedimentos da medição nos planos das tarefas, dos levantamentos dos elementos que interferem no campo visual e do uso regular das luminárias durante o exercício das tarefas.

3.2 VERIFICAÇÃO COMPORTAMENTAL DO USUÁRIO NO AMBIENTE LUMINOSO.

Para os cenários escolhidos foi utilizado o *walkthrough* como princípio da observação quanto ao aspecto comportamental dos usuários. As verificações consistiram na busca de elementos que contribuíssem de forma positiva e ou negativa no desempenho das atividades específicas. Para complementação à investigação, foi realizada entrevista com o maior número possível de usuários, utilizando questões relacionadas à iluminação, saúde, idade, tempo de trabalho.

3.2.1 Sala de Engenharia.

Verificou-se que a população é composta de 13 usuários entre engenheiros, arquitetos, desenhistas e auxiliares, onde cerca de 05 usuários possuem relação inconstante com o seu posto de trabalho, permanecendo fora da sala por período determinado e retornando no final do expediente. Em relação a estes, a pesquisa foi somente verificada no sentido de levantar as condições que mais interferiram no desempenho de atividades quando estados na sala.

Aos demais usuários foram observados:

- levantamento do perfil do usuário que desempenha tarefa junto ao computador;
- a verificação da interferência da luz do sol no plano das tarefas;

- a iluminação artificial como sendo uma necessidade ou opção para o posto de trabalho;
- existência ou não de outras dificuldades no desempenho das tarefas.

3.2.2 Sala de Controle Urbano

Os usuários foram analisados conforme grupos de atividades: Gerência de Fiscalização, Diretoria de Habitação e Cadastro Técnico formam um grupo de atividades afins na prestação de informações e atendimento específico. Os demais setores foram levados em consideração os mesmos critérios de análise da sala de engenharia.

3.2.3 Questionário

Houve necessidade de se aplicar questionário com questões diferenciadas na sala de engenharia, dada a diferença de atividades desenvolvidas pelas funções exercidas e da geometria espacial da sala.

Na elaboração das questões, as perguntas de múltipla escolha tiveram como objetivo a avaliação qualitativa de cada indivíduo, através de perguntas estruturadas e alternativas com escalas de valores diferenciados, buscando atingir um ponto de equilíbrio, como pode ser verificado junto aos **anexos A1 e A2..** Os usuários que receberam os questionários foram identificados nas plantas através de códigos numéricos, a avaliação das respostas podem ser visualizadas no **anexo D.**

3.3 DISTRIBUIÇÃO DA LUZ DO SOL NA SALA DE ENGENHARIA

A sala de engenharia possui orientação leste onde a luz do sol tem participação nas primeiras horas da manhã durante todos os dias do ano, sendo uma característica marcante no desenvolvimento das tarefas dos usuários. Buscou-se o estudo do comportamento do sol, através do programa “Luz do Sol”. A verificação da

insolação foi determinada para um dia de cada estação do ano: 22 de janeiro (verão), 22 de abril (outono), 22 de julho (inverno) e 22 de outubro (primavera).

O estudo procurou mostrar graficamente a área de abrangência do sol no espaço geométrico, distribuída entre períodos do ano sob duas condições simultâneas: com vegetação arbórea externa e sem vegetação. A **tabela 3.1** traz informações necessárias para formatação gráfica.

Tabela 3.1. Informações básicas para formatação da curva da luz solar direta.

VARIÁVEIS	VALORES
Latitude	- 23,50
Orientação	91,75
Dimensão da sala	10,00m x 11,70m
Pé direito até o forro	2,75m
Peitoril	1,00m
Altura da janela	1,50m
Espessura da parede interna	5cm
Espessura da parede externa	50cm
Obstáculos externos: esquerda	Nenhum
Direita	nenhum
Superior	50cm
Inferior	3,50m da parede

3.4 VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL

Para estudar as variações das iluminâncias médias nos espaços escolhidos seguiu-se a elaboração de procedimentos quanto às etapas: especificação e verificação das recomendações de utilização do instrumento de medição pelas normas existentes; consultas às normas da ABNT quanto aos procedimentos de cálculos de iluminância de interiores bem como projeto de normas; elaboração gráfica para visualização dos dados levantados.

3.4.1 Instrumentação Utilizada para Medição

Foi utilizado um equipamento para cada ambiente, com objetivo de dinamizar as medições. A administração local nos disponibilizou os espaços por período de duas horas diárias (intervalo comercial) para efetuar o levantamento. Neste intervalo os usuários não permaneceram nas salas de trabalho evitando dessa forma, interferência nos valores medidos. O luxímetro digital portátil Lutron LX-101 com amplitude de 0 a 50.000 lux foi utilizado na sala de engenharia e Lutron LX-102 com amplitude 0 a 50.000 lux na sala de controle urbano, ambos disponibilizados pelo departamento de engenharia da Universidade Estadual de Maringá, apresentados na **figura 3.1**.

Em relação à calibração, pela falta de disponibilidade técnica, foi realizada aferição destes com um terceiro luxímetro digital disponibilizado por uma empresa privada, modelo LD 500 ICEL amplitude de 0 a 50.000 lux. A aferição foi realizada no ambiente real de iluminação conjugada e artificial, em temperatura ambiente, onde as fotocélulas foram expostas num período até a estabilização dos valores. Considerou-se a estabilização dos valores como sendo os valores resultantes da equiparação entre as fotocélulas, até chegarem em números aproximados.

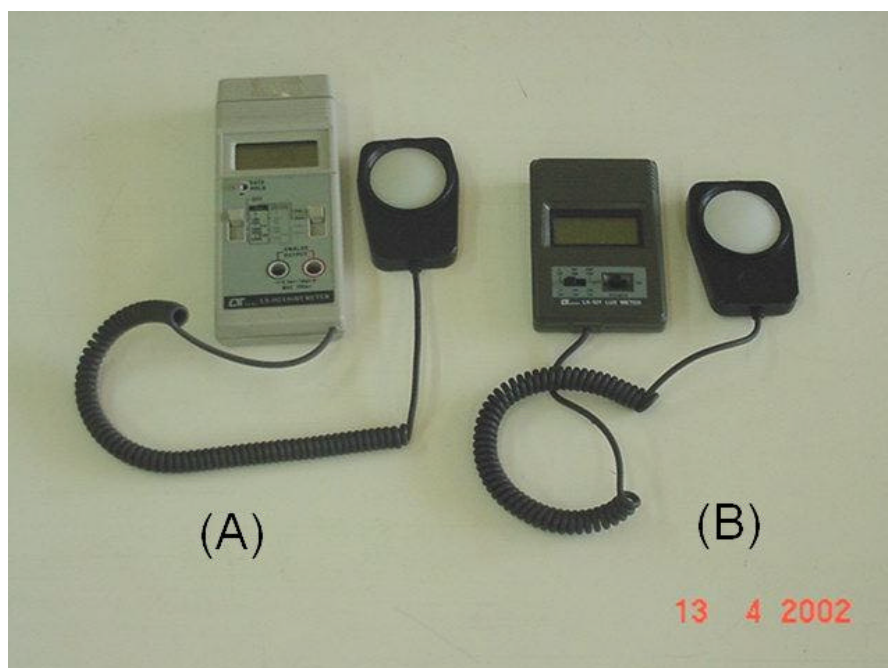


Figura 3.1. (A) Luxímetro Lutron LX-101, (B) Luxímetro Lutron LX-102.

3.4.2 Procedimentos para medição da iluminância no plano horizontal

Para uma avaliação da iluminância com erro inferior a 10% em ambientes com atividades no plano horizontal, foi adotado o procedimento do Projeto de Norma 02:135.02-004:1998. Esse projeto de norma determina o número mínimo de pontos necessários para verificação no nível de iluminação natural pelo índice K (índice do ambiente), indicada na **expressão 3.1** e **tabela 3.2**.

$$K = \frac{C.L}{Hm.(C + L)} \quad (3.1)$$

Para iluminação conjugada e artificial, objeto desta pesquisa, foi mantida expressão, alterando apenas o conceito do Hm.

Onde:

L = largura do ambiente em metros (m);

C = comprimento do ambiente em metros (m);

Hm= distância vertical em metros entre a superfície de trabalho e o topo da janela, em metros (m) – para iluminação natural. Para iluminação artificial e conjugada o Hm foi utilizado como sendo a distância vertical em metros entre a superfície de trabalho e a luminária.

Tabela 3.2. Quantidade mínima de pontos a serem medidos.
Fonte: projeto de norma 02:135.02-004:1998

K	Nº de Pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K < 2$	16
$2 \leq K < 3$	25
$K \geq 3$	36

Na intenção de melhorar a caracterização da iluminância do ambiente e apresentar simetria para medições, foi aumentado o número mínimo de pontos. Cada ambiente foi dividido em áreas iguais, com formato próximo a um quadrado, demonstrada pela **figura 3.2.**

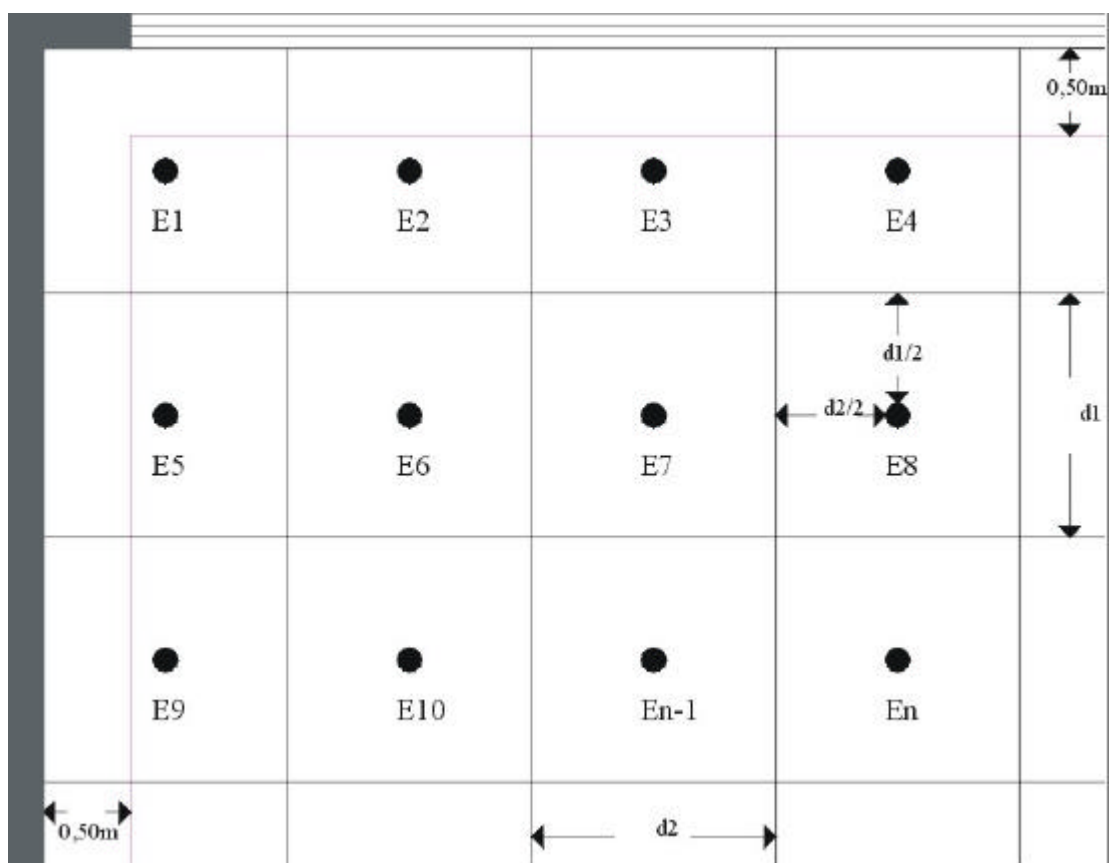


Figura 3.2. Malha de pontos para medições. Fonte: projeto de norma 02:135.02-004:1998

O cálculo da iluminância média foi determinado pela **expressão 3.2.**, através da média aritmética de todos os n pontos medidos para iluminação conjugada e artificial. As áreas de abrangência dos pontos medidos foram iguais em ambas as salas.

$$\bar{E} = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n} \quad (3.2)$$

3.4.2.1 Determinação dos pontos na sala de engenharia.

A sala de engenharia se apresenta nas dimensões de 11,61m x 10,00m, e as janelas possuem orientação leste, em toda a sua extensão. Os painéis divisórios possuem fechamento na altura do forro (pé-direito 2,70m). A altura média do piso ao plano de trabalho (horizontal) é de 0,75m, verificados na **tabela 3.3**.

Tabela 3.3. Variáveis para cálculo do índice K na sala de engenharia.

VARIÁVEIS	VALORES
Largura (L)	11,61m
Comprimento (C)	10,00m
Altura até as luminárias	2,70m
Altura do plano de trabalho	0,75m
Hm	1,95m

Aplicando os dados à expressão 3.1, o índice K foi de 2,755. A sala possui uma geometria quadrangular, facilitando maior proporção na modulação. O número mínimo de pontos a serem medidos utilizando a **tabela 3.2** chegou-se no resultado de 25 pontos. Considera-se suficiente para caracterização da iluminância apresentada na **figura 3.3**.

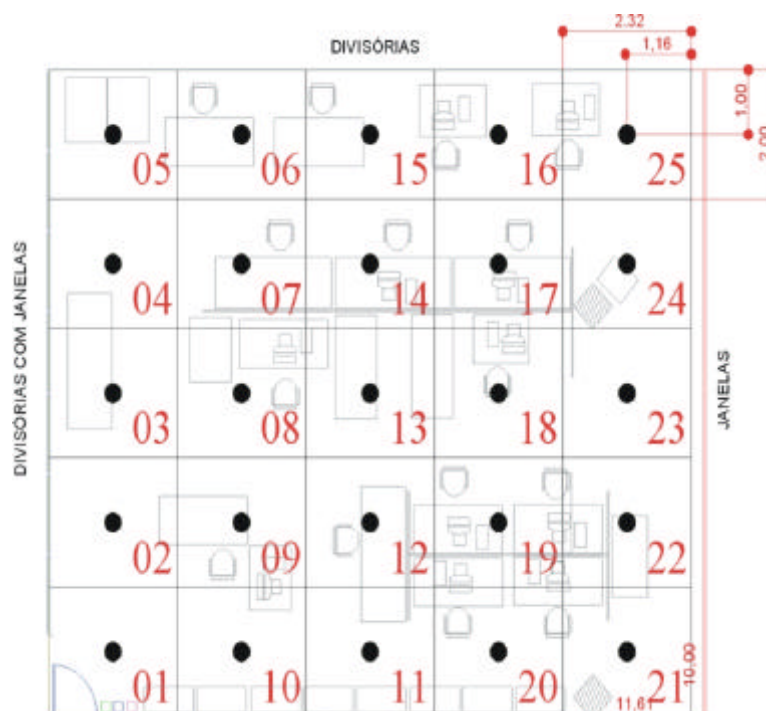


Figura 3.3. Sala de engenharia – identificação dos pontos para medição da iluminância.

3.4.2.2 Determinação dos pontos na sala de controle urbano.

Esta sala se apresenta nas dimensões de 18,79m x 21,92m, com janelas orientadas para a face sul, em toda a sua extensão. Os painéis divisórios internos são todos da altura de 1,20m, e o pé-direito da sala é de 2,70m. A altura média do piso ao plano de trabalho (horizontal) é de 0,75m, apresentada na **tabela 3.4**.

Tabela 3.4. Variáveis para cálculo do índice K na sala de controle urbano.

VARIÁVEIS	VALORES
Largura (L)	18,79m
Comprimento (C)	21,92m
Altura até as luminárias	2,70m
Altura do plano de trabalho	0,75m
Hm	1,95m

Inserindo os dados na expressão 3.1, foi encontrado índice K de 5,1. Para esta sala, foram definidos 42 pontos, para melhor caracterização de iluminância no ambiente, conforme **figura 3.4**.

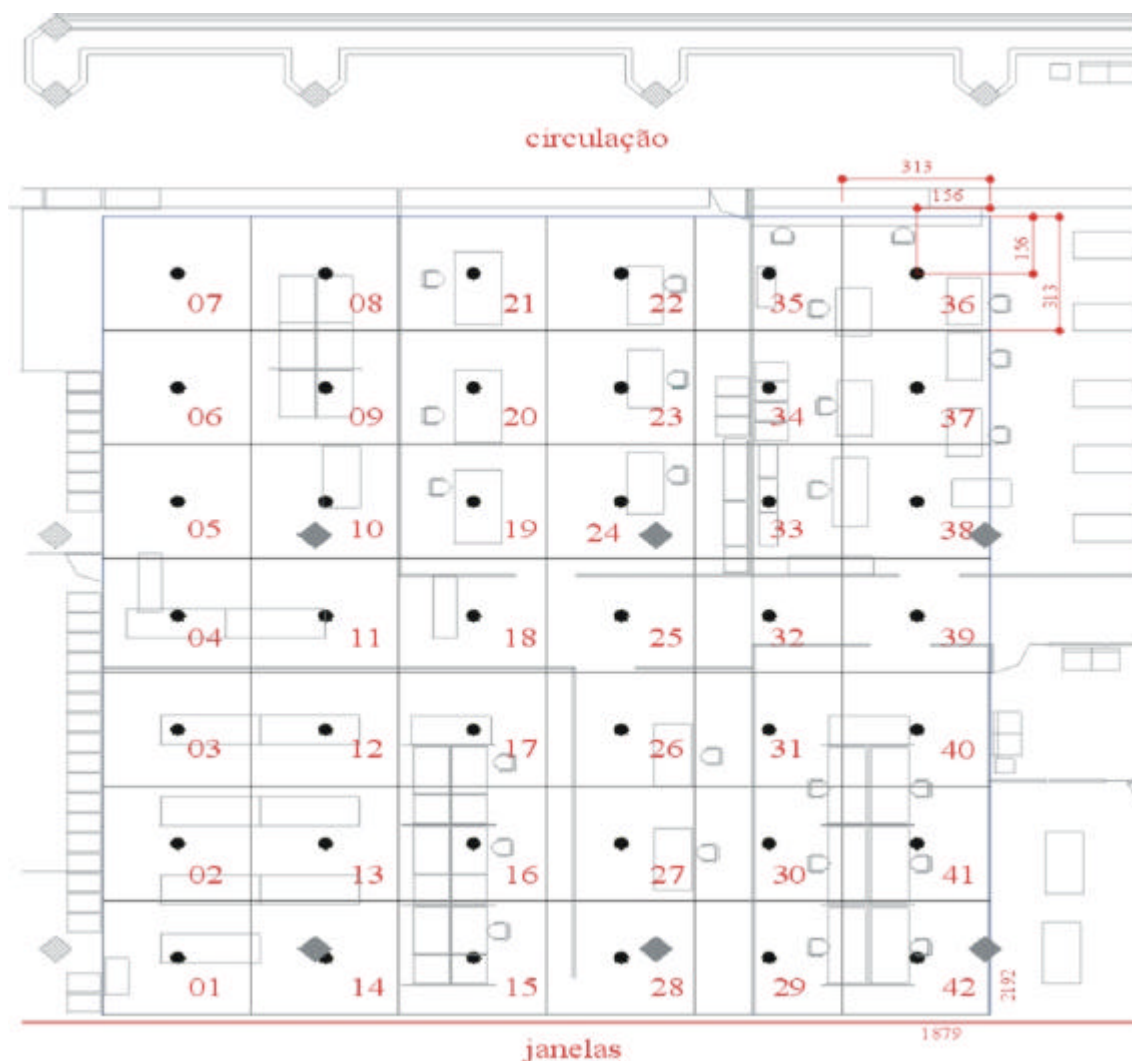


Figura 3.4. Sala de Controle Urbano –identificação dos pontos para medição da iluminância.

3.4.3 Medição da iluminância.

As medições foram efetuadas especificamente para o verão, nas situações de iluminação artificial e conjugada. Para iluminação artificial a medição foi realizada no período noturno de 15 de janeiro de 2002 e para iluminação conjugada (artificial e natural) no período das 11h:30min até 13h dos dias 15 e 22 de janeiro de 2002. Foi

desconsiderado o levantamento do dia 15 de janeiro para iluminação conjugada, devido à variação das condições de iluminação externa ocorrido no momento da medição.

Procedeu-se a medição em ambiente de iluminação conjugada, entendendo-se que esta é a condição real de iluminação em que se executam as tarefas. O horário escolhido é um período em que não há interferência direta da luz do sol sobre o plano de trabalho na sala de engenharia, sendo ainda o horário em que se provoca menor transtorno administrativo. Não foi realizada medição na condição de iluminação natural, entendendo-se que houve limitações de tecnologia, impossibilitando medição simultânea. Mas para efeito comparativo e visualização das condições, foi colocado na pesquisa, as informações referentes a iluminação natural – dados obtidos através da diferença entre iluminação artificial e conjugada.

Para leitura dos valores medidos, o sensor foi colocado sobre um plano horizontal de 75cm de altura a partir do chão e os valores foram medidos nos pontos indicados na malha. A iluminância média para iluminação artificial e conjugada foi determinada aplicando-se a **expressão 3.2**. Para determinação do uso adequado de iluminância específica, utilizou-se da tabela 2 da Norma NBR 5413/92 para as salas escolhidas, considerando as características da tarefa e do observador.

Utilizou-se do programa *Surfer* para representação gráfica da iluminância através das curvas isolux nos planos das tarefas, obedecendo a configuração geométrica das salas para situação da iluminação artificial e conjugada.

3.4.4 Iluminância no plano vertical

Para medição da iluminação das tarefas no plano vertical, foi verificada somente a situação de iluminação conjugada. Os sensores foram colocados na altura média de 105cm do piso junto aos monitores desligados, mantendo a inclinação do monitor existente. A medição foi realizada no período das 12:00h às 13:00h. Os computadores foram relacionados no geométrico para identificar os valores de iluminância alcançados nos respectivos pontos.

3.5 LEVANTAMENTO DO CAMPO VISUAL NO PLANO DE TRABALHO

O ofuscamento indireto, ocasionado principalmente pelo sistema de iluminação direta, tem se configurado como elemento de constantes críticas pelos usuários. Através de levantamento gráfico de ângulos de abrangência na zona crítica de visão, foi possível verificar área de contribuição para zonas de perturbação visual.

Nos ambientes que utilizam computadores o ofuscamento sobre os monitores foi estudado pelo ângulo de reflexão, em que o intervalo entre 65° e 110° corresponde à área compreendida pela reflexão de imagens sobre os monitores, de acordo com IES (1998).

3.6 LEVANTAMENTO QUANTO AO USO REGULAR DAS LUMINÁRIAS

Para verificar o tempo de utilização das luminárias bem como o período de acionamento e a frequência de uso através dos circuitos, foram realizadas, durante sete dias úteis (dias 14 a 18 e 21 e 22 de janeiro/2002), observações quanto ao uso regular das luminárias no período que precede a chegada dos funcionários até a sua saída. Foi verificado o momento em que os usuários acionaram os interruptores, se estes o fizeram parcialmente ou integralmente e se as luminárias permaneceram acionadas ou não durante o período de trabalho.

A verificação teve início pelas 7h30min, analisando-se até a saída do último funcionário do período da manhã. O processo no período da tarde foi verificado a partir das 13h, até o total desligamento feito pelo último funcionário.

Para o levantamento das informações, foi disponibilizado um auxiliar para cada sala e através de uma tabela em mãos, foram inserindo os dados conforme o resultado comportamental dos usuários. O observador procurou manter-se na sala durante o período do expediente. Todavia, na necessidade de se ausentar, foi colocado substituto. O procedimento não foi interrompido no intervalo comercial que correspondeu das 11h:30min até 13h:30min.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Foi apresentada neste capítulo a metodologia para avaliação das condições de iluminação em edificação não residencial, através do levantamento de dados construtivos, do desenvolvimento dos procedimentos de avaliação experimental e das técnicas de visualização dos elementos que interferem no campo visual dos usuários. O capítulo seguinte efetuará a análise e discussão dos resultados.

CAPÍTULO 04

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

CAPÍTULO 04	54
4.1 INTRODUÇÃO	55
4.2 ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO USUÁRIO	55
4.2.1 Sala de engenharia	55
4.2.2 Sala de controle urbano	57
4.2.3 Discussão dos Resultados	59
4.3 ESTUDO DA ILUMINAÇÃO NO PLANO HORIZONTAL.....	60
4.3.1 Análise da sala de engenharia.....	60
4.3.2 Análise da sala de controle urbano	66
4.3.3 Iluminância adequada para sala de engenharia e controle urbano	71
4.3.4 Discussão dos resultados.	71
4.4 ILUMINÂNCIA NO PLANO VERTICAL.....	73
4.4.1 Discussão dos resultados	76
4.5 ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DA LUZ DO SOL NA SALA DE ENGENHARIA.....	77
4.5.1 Discussão dos resultados	81
4.5.2 Análise das informações quanto à iluminação artificial	82
4.5.3 Análise das informações quanto a tarefas no plano horizontal.....	83
4.5.4 Análise das informações no plano vertical	84
4.5.5 Discussão dos resultados	86
4.6 ESTUDO COMPORTAMENTAL DO USO DAS LUMINÁRIAS NAS SALAS DE ENGENHARIA E CONTROLE URBANO.....	86
4.6.1 Discussão dos resultados	88

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo a análise comportamental do usuário mostrou-se fundamental para as etapas seguintes, constatarem elementos essenciais para etapa desta pesquisa onde verificou-se através das medições experimentais as condições que se encontram os ambientes luminosos, bem como a formatação dos elementos que contribuíram para o desconforto visual dos usuários das atividades exercida nos planos horizontais e verticais.

4.2 ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO USUÁRIO

Através dos encaminhamentos apresentados no capítulo anterior, buscou-se avaliar as informações lumínicas dos ambientes, utilizando-se instrumentos verbais e questionários estruturados de valores diferenciados. O questionário pode ser encontrado no **anexo A**.

4.2.1 Sala de engenharia

Verificação realizada junto aos usuários que menos permaneceram na sala:

- Constatou-se que três usuários têm idade média de 52 anos, e apresentam problemas visuais, necessitando de lentes para correção. Procuram evitar trabalho no computador e reconhecem as dificuldades na percepção e adaptação visual, além de se sentirem indiferentes a ofuscamentos;
- Dois usuários têm idades próximas dos 35 anos, não apresentam problemas visuais, trabalham no computador e não apresentam dificuldade na adaptação visual. A iluminação natural é indiferente para o desempenho das tarefas, bem como ofuscamento, mas fazem observações em relação à iluminação artificial, julgando-se prejudicados pela falta de uniformidade nos planos de trabalho.

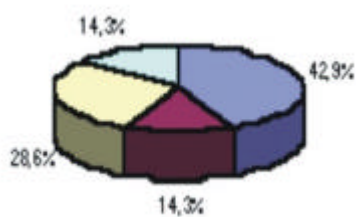
Informações levantadas junto aos demais usuários:

Usuários que realizam tarefas nos computadores estão na faixa etária de 18 a 28 anos, não apresentam problemas visuais, tampouco sentem dificuldades na adaptação visual.

A luz do sol perturba o desempenho das tarefas, principalmente pelo efeito sazonal, causando ofuscamento direto tanto no plano das tarefas horizontal como nos planos verticais. Para aqueles que permanecem próximos às janelas, a iluminação artificial não é uma necessidade, mas opção. O ofuscamento indireto no plano dos monitores tem sido questionado como um dos causadores do desconforto visual, criando imagens sobre a tela, desconcentrando o usuário, interferindo na produtividade do trabalho.

A média de idade daqueles que exercem atividades no plano vertical e horizontal, é de 35 anos. A luminosidade poderia ser melhorada, não importando o tipo do sistema a ser utilizado (artificial e/ou natural).

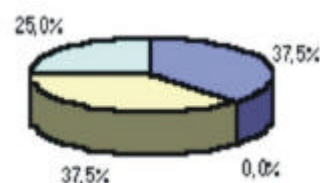
Realizadas as observações locais, aplicou-se o questionário para oito usuários, dos quais 42,9% se manifestaram levemente confortáveis em relação ao conforto lumínico, onde 28,6% consideram o ambiente levemente escuro para o desempenho das tarefas. Para usuários que trabalham próximo às janelas, o ambiente é considerado claro. Acreditam que a proposta bem combinada entre a iluminação artificial e luz natural seria uma boa solução para toda a área da sala. A incidência da luz do sol no período da manhã traz desconforto visual para 75% dos ocupantes e o ofuscamento indireto sobre os monitores é visto como não aceitável por 50% da população, ficando indiferente para 37,5%, aqueles que ficam distantes das janelas ou próximos às paredes. A avaliação do questionário pode ser visualizada pelos gráficos da **figura 4.1**.



(1) conforto lumínico

levemente confortável: 42,9%

levemente não confortável: 28,6%



(2) nível de iluminação

levemente escuro: 37,5%

Claro: 37,5%

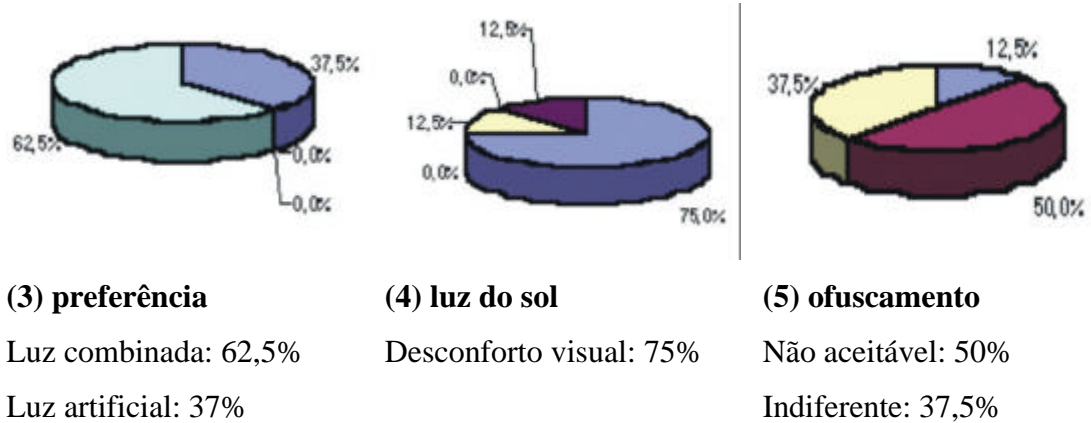


Figura 4.1. Avaliação lumínica dos usuários na sala de engenharia.

Sugestões foram colocadas pelos usuários, de que fossem estudados mecanismos de controle da luz do sol ao longo das janelas; que para o fundo das salas fossem estudados sistemas automatizados que nos dias encobertos, a iluminação artificial fosse acionada para suplementar o ambiente deficiente. A ergonomia foi citada pelos usuários dos computadores, no sentido de rever o dimensionamento entre a mobília e o usuário, que não se encontra corretamente adequado à escala humana.

4.2.2 Sala de controle urbano

Os setores de Gerência de Fiscalização, Diretoria de Habitação e Cadastro Técnico, estão localizados no fundo da sala, onde a iluminação natural proveniente das janelas não é suficiente. Estes três setores possuem atividades voltadas ao atendimento público junto ao balcão, onde existem funcionários específicos que desempenham as tarefas no plano horizontal e no vertical. As telas dos monitores estão direcionadas às janelas, mas a luz natural não interfere no campo visual, devido à distância a que se encontra e às barreiras visuais existentes. As interferências são das luminárias provenientes da iluminação artificial direta localizada nos forros. Os usuários dos computadores possuem em média 28 anos, não possuem problemas de visão, mas observaram que a luminosidade proveniente do átrio traz constantes desconfortos, a iluminação sobre o plano de trabalho é insuficiente e há sombreamento no plano horizontal. Os três setores não apresentam padronizações no mobiliário. A diversificação de cores (branca, verde e madeira aparente) aliada ao piso esverdeado e forro preto, não se caracteriza como elemento de desconforto visual dos usuários. Na análise dos entrevistados, a iluminação

natural poderia ser melhor aproveitada como proposta futura, sendo necessária, para o momento, a colocação de maior número de luminárias para desempenho das tarefas.

Os setores de Análise de projetos, Gerência de controle urbano, Protocolo técnico e Recadastramento estão localizados próximos às janelas. O setor que efetua atendimento público de forma individualizada sem utilizar computador é a Gerência de controle urbano, onde o nível de iluminação, segundo os usuários, é suficiente. Os demais setores com serviços individualizados são levantados na sequência.

- Análise de projetos: as tarefas são desenvolvidas nas estações de trabalho, onde cada técnico efetua as observações dos projetos arquitetônicos sobre a prancheta e eventualmente os coloca na posição vertical para melhor visualização, procurando posicioná-los de forma a apresentar menor sombreamento. Alguns apresentam cansaço visual no final do expediente e propõem um sistema de iluminação artificial que tenha uniformidade no plano da tarefa, pois acreditam na deficiência da distribuição das luminárias. O computador é de uso restrito, apenas para consultas cadastrais, e não há funcionário determinado para esse fim.
- Protocolo técnico: todos os usuários realizam tarefas tanto no plano horizontal como vertical. Nas telas dos monitores há ofuscamento indireto, proveniente da iluminação artificial e das aberturas das janelas. Os usuários têm aceitado o ofuscamento com tolerância, admitindo que as cores claras do fundo do monitor têm diminuído o contraste. A média de idade neste setor é de 25 anos, e os usuários entendem que o ambiente tem iluminação suficiente para o desempenho das tarefas.
- Recadastramento: a média de idade é de 17 anos. Para aqueles que desenvolvem atividades no plano horizontal a iluminação é analisada como suficiente. Para os usuários dos computadores a luz natural provoca ofuscamento indireto sobre os monitores, bem como as luminárias. Todos os usuários dos computadores utilizam os contrastes positivos nos monitores. Para uma minoria, o ofuscamento não traz nenhum desconforto. Para outros, tem sido motivo de cansaço visual.

O questionário foi aplicado para 28 usuários que, em vista das atividades, permaneceram por mais tempo em seus postos de trabalho. Foi constatado que grande parcela da população considera a sala de controle urbano levemente confortável no aspecto lumínico, pois 60,7 % deles definiram o ambiente como claro, seguidos dos restantes 39,3%, que o têm como levemente claro. Para propostas futuras sugerem sistema que seja capaz de utilizar a perfeita combinação da luz natural com a artificial. São tolerantes quanto ao ofuscamento e indiferentes em 60,7% na questão do sombreamento. A avaliação das proporções pode ser verificada na **figura 4.2**.

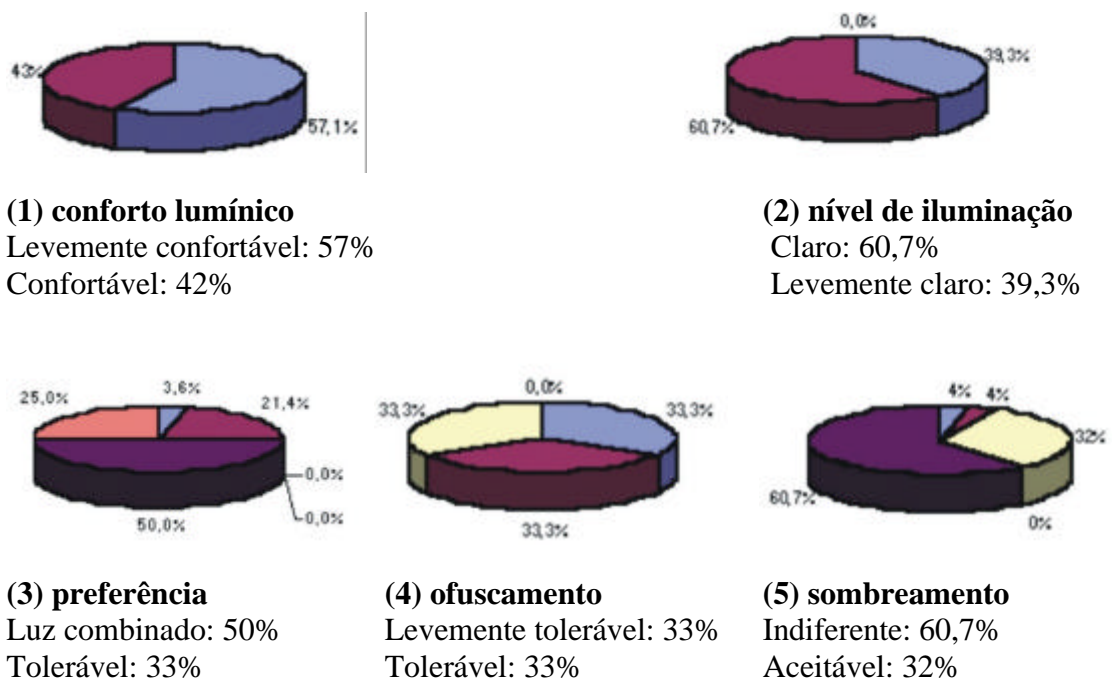


Figura 4.2. Avaliação lumínica dos usuários na sala de controle urbano.

4.2.3 Discussão dos Resultados

Pode-se afirmar que os usuários manifestaram as experiências visuais de cada ambiente de acordo com a geometria espacial, os elementos físicos que participaram na composição da cada sala, a orientação destas em relação à luz do sol, as atividades desempenhadas nos planos de trabalho, as características atribuídas à idade e a formação cultural de cada indivíduo.

A disposição das luminárias na sala de engenharia não se caracterizou como positiva diante dos usuários, uma vez que o ambiente representou como insuficiente e não-uniforme, criando condições não apropriadas para trabalhos visuais, principalmente no fundo da sala.

Aos usuários da sala de controle urbano, o espaço representa estar confortável para atividades, toleráveis e indiferentes aos contrastes de ofuscamento e sombreamento.

4.3 ESTUDO DA ILUMINAÇÃO NO PLANO HORIZONTAL.

Através dos procedimentos apresentados no capítulo anterior, realizaram-se as medições e respectivos cálculos das iluminâncias médias, anexadas nas **tabelas B1 e B2 do anexo B**. A representação gráfica através das curvas isolux possibilitou o mapeamento das áreas com maior ou menor concentração de iluminâncias no ambiente, podendo caracterizar um diagnóstico com maior segurança diante das observações levantadas pelos usuários. Através dos gráficos foram identificados os percentuais correspondentes aos valores de iluminância nos ambientes. Foi calculado o valor adequado para as salas utilizando-se as recomendações da NBR 5413/92 .

4.3.1 Análise da sala de engenharia

As representações gráficas através das curvas isolux mostraram as condições de iluminância na iluminação artificial, iluminação conjugada (natural + artificial), tendo-se constatado o que segue.

Iluminação artificial - **figura 4.3**: verificou-se a concentração da iluminação na região central da sala, evidenciada pelo isométrico, tendo as curvas isolux atingido valores os próximos de 400lux. O número de luminárias, distribuídas de forma irregular e concentradas nesta área, comprovou os resultados.

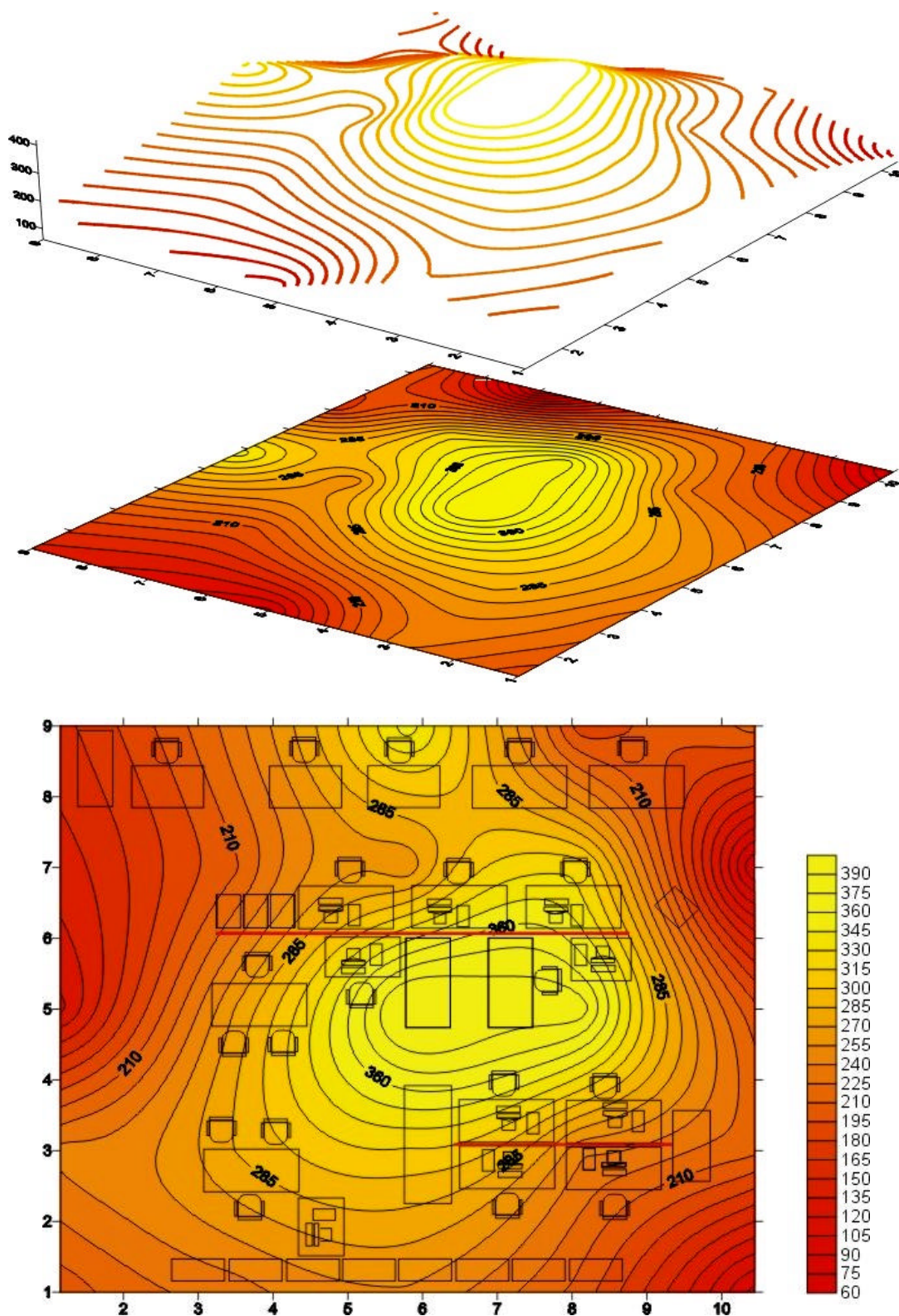


Figura 4.3. Isométrico da iluminação artificial na sala de engenharia representada pelas curvas isolux.

Iluminação conjugada (natural + artificial) – **figura 4.4:** demonstra a contribuição da iluminação natural em valores máximos próximos a 700lux, concentradas nas proximidades das aberturas laterais. Porém, nas regiões onde se desempenham tarefas visuais, os valores de iluminâncias ficaram inferiores a iluminância média da sala, de aproximadamente 350lux.

Iluminação natural - **figuras 4.5:** a iluminação natural se apresentou concentrada nas proximidades das aberturas laterais aonde a iluminância máxima chegou a 600 lux, porém pouca contribuição da iluminação natural foi verificada no interior da sala para esta situação. Para demais regiões da sala, foram verificados valores inferiores a iluminância média da sala (114 lux), insuficientes para desempenho das tarefas.

Através dos gráficos das iluminâncias dos pontos medidos apresentado na **figura 4.6,** buscou-se a verificação dos percentuais, onde para dadas condições, a grande parte dos valores medidos não chegaram a iluminância média da sala.

Para ambiente com iluminação artificial, 48% dos pontos foram inferiores a iluminância média desta condição, 36% acima da média e 16% alcançaram a média.

Na condição de iluminação conjugada (natural + artificial) 64% dos pontos medidos não alcançaram a média da sala, 28% acima da média e apenas 7% alcançaram a média.

Verificou-se que na condição de iluminação natural 76% dos pontos medidos não alcançaram a iluminância média da sala, 20% acima da média e apenas 4% chegaram aos valores da média.

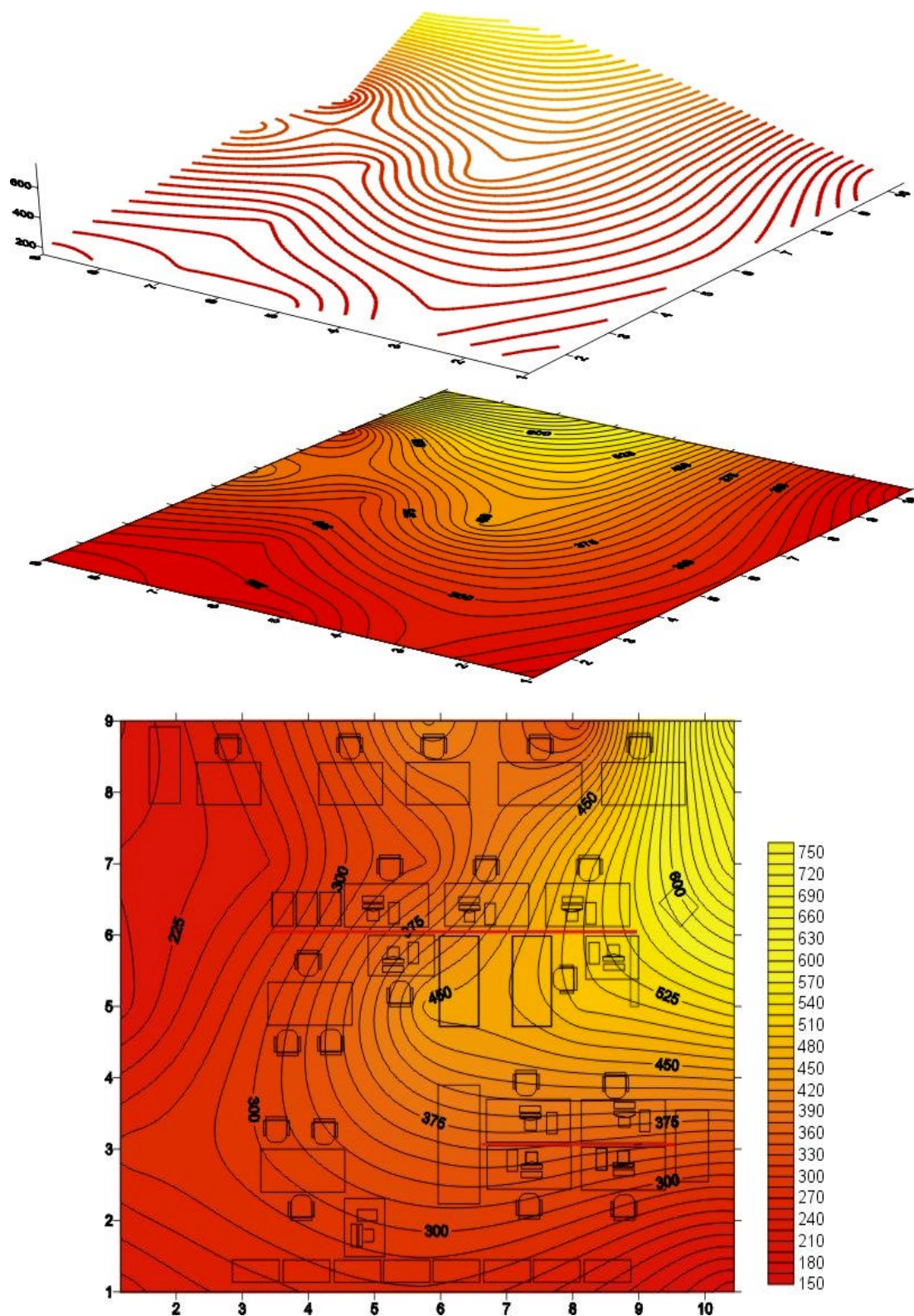


Figura 4.4. Isométrico da iluminação conjugada na sala de engenharia representada pelas curvas isolux.

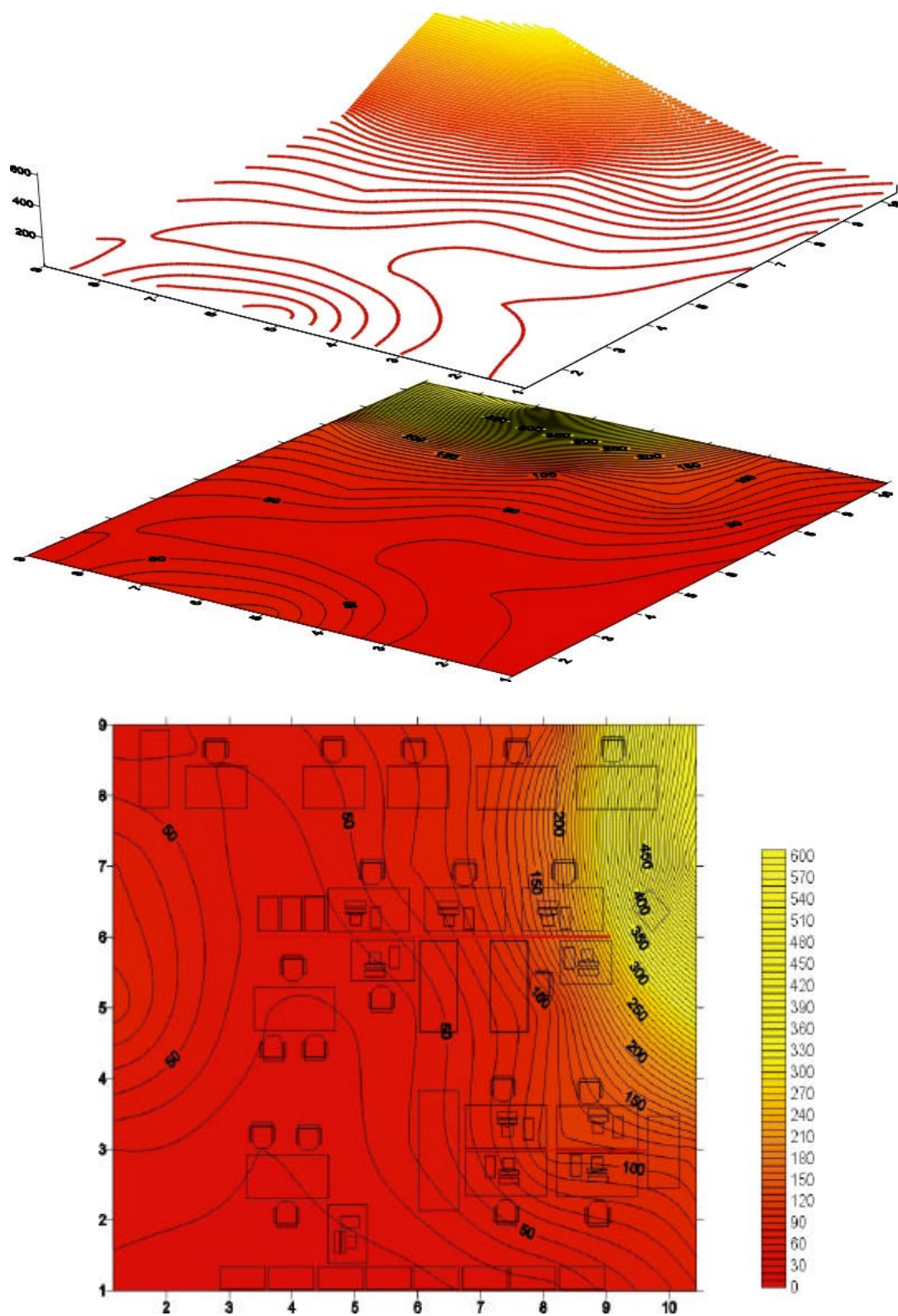
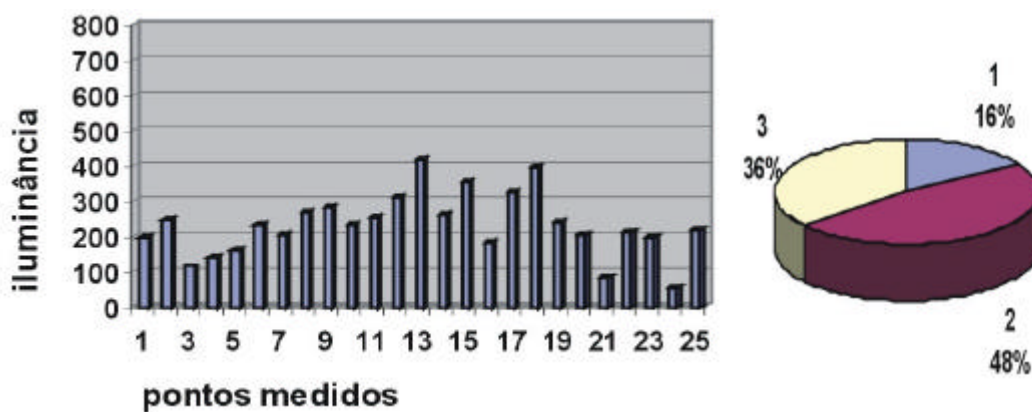


Figura 4.5. Isométrico da iluminação natural na sala de engenharia representada pelas curvas isolux.

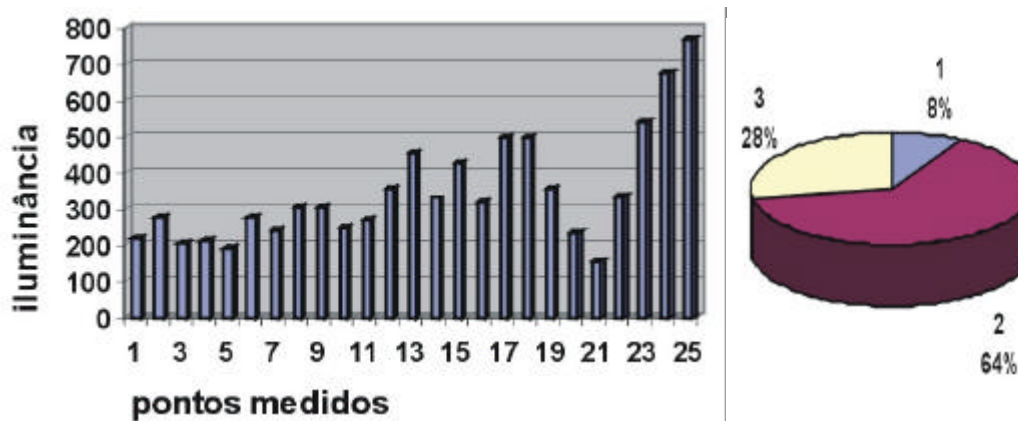


(A) Iluminação artificial $\checkmark = 250\text{lux}$

1 – 0 a 250 lux

2 - > 250lux

3 - < 250lux

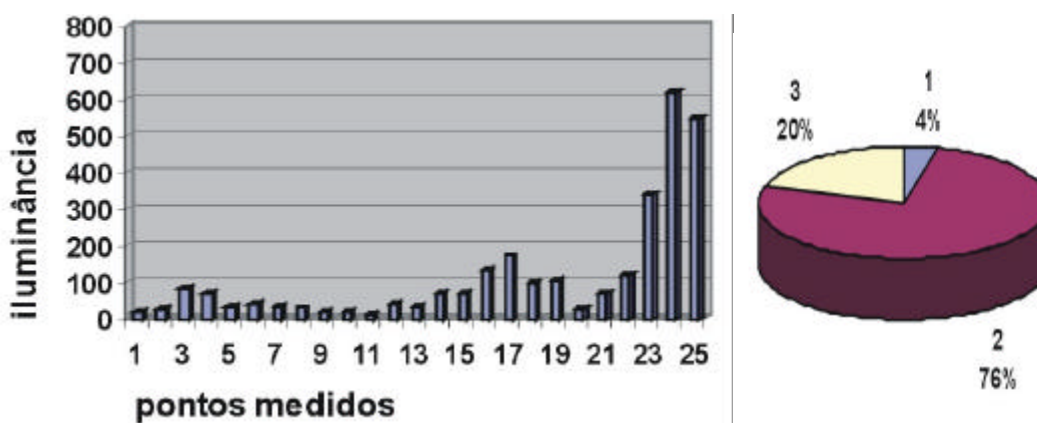


(B) Iluminação conjugada $\checkmark = 350\text{lux}$

1 – 0 a 350 lux

2 - > 350lux

3 - < 350lux



(C) Iluminação natural $\checkmark = 120\text{lux}$

1 – 0 a 120 lux

2 - > 120lux

3 - < 120lux

Figura 4.6. Gráfico de distribuição das iluminâncias na sala de engenharia.

4.3.2 Análise da sala de controle urbano

Para a sala de controle urbano foi adotado o mesmo procedimento da sala de engenharia para análise das iluminâncias através das curvas isolux, nas condições da iluminação artificial, iluminação conjugada (natural + artificial) e iluminação natural:

Iluminação artificial – **figura 4.7**: constatou-se concentração das curvas isolux com valores de iluminância próximos de 460 lux nos locais onde a distribuição das luminárias ficou concentrada, caracterizando a iluminação da sala de forma irregular .

Iluminação conjugada (natural + artificial) – **figura 4.8**: com a contribuição da iluminação natural, a área de concentração de iluminâncias se configurou diferenciada da figura anterior, as iluminâncias máximas e médias foram superiores à condição de iluminação artificial, onde os maiores dados foram encontrados próximos às aberturas laterais.

Iluminação natural – **figura 4.9**: verificou-se que a luz natural se distribuiu de forma concentrada e contínua próximo às janelas, onde foram observados valores máximos próximos a 840 lux. Ao distanciar-se das janelas, verificou-se uma redução significativa nos valores das iluminâncias, limitando a abrangência aos setores. No fundo da sala a iluminação natural se fez praticamente ausente, onde os valores se apresentaram próximos de 50 lux.

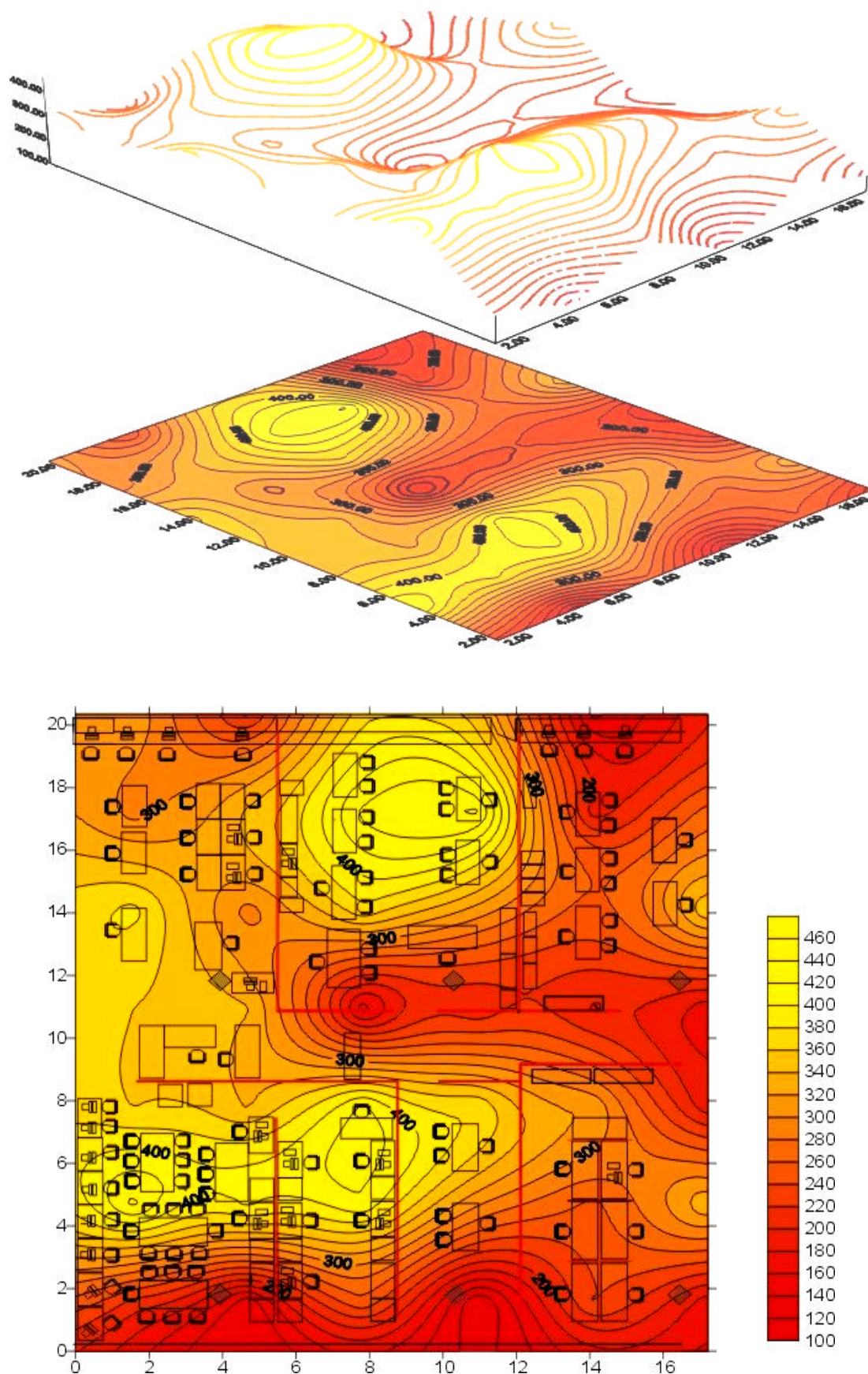


Figura 4.7. Isométrico da iluminação artificial na sala de controle urbano representada pelas curvas isolux.

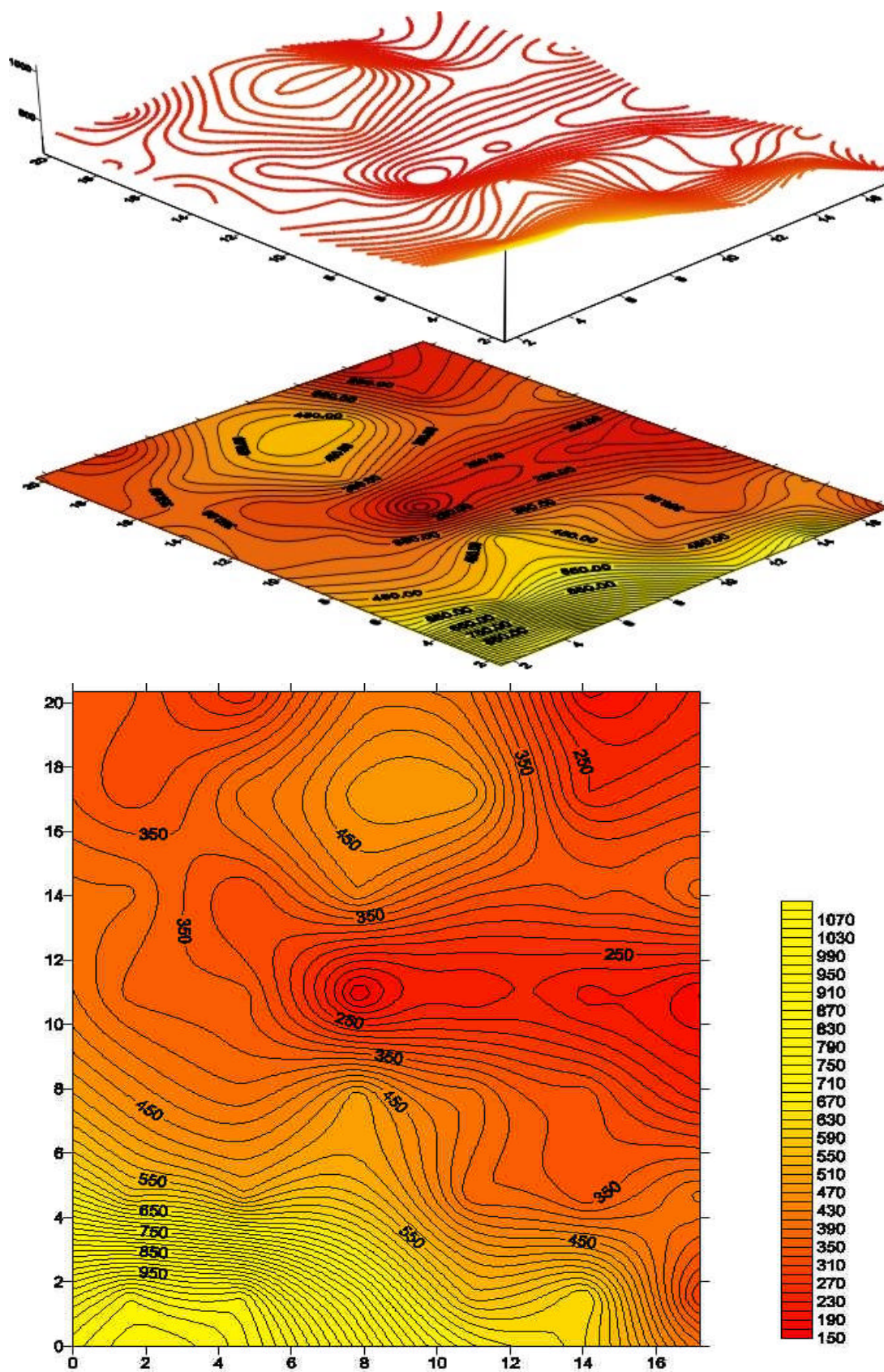


Figura 4.8. Isométrico da iluminação conjugada na sala de controle urbano representada pelas curvas isolux.

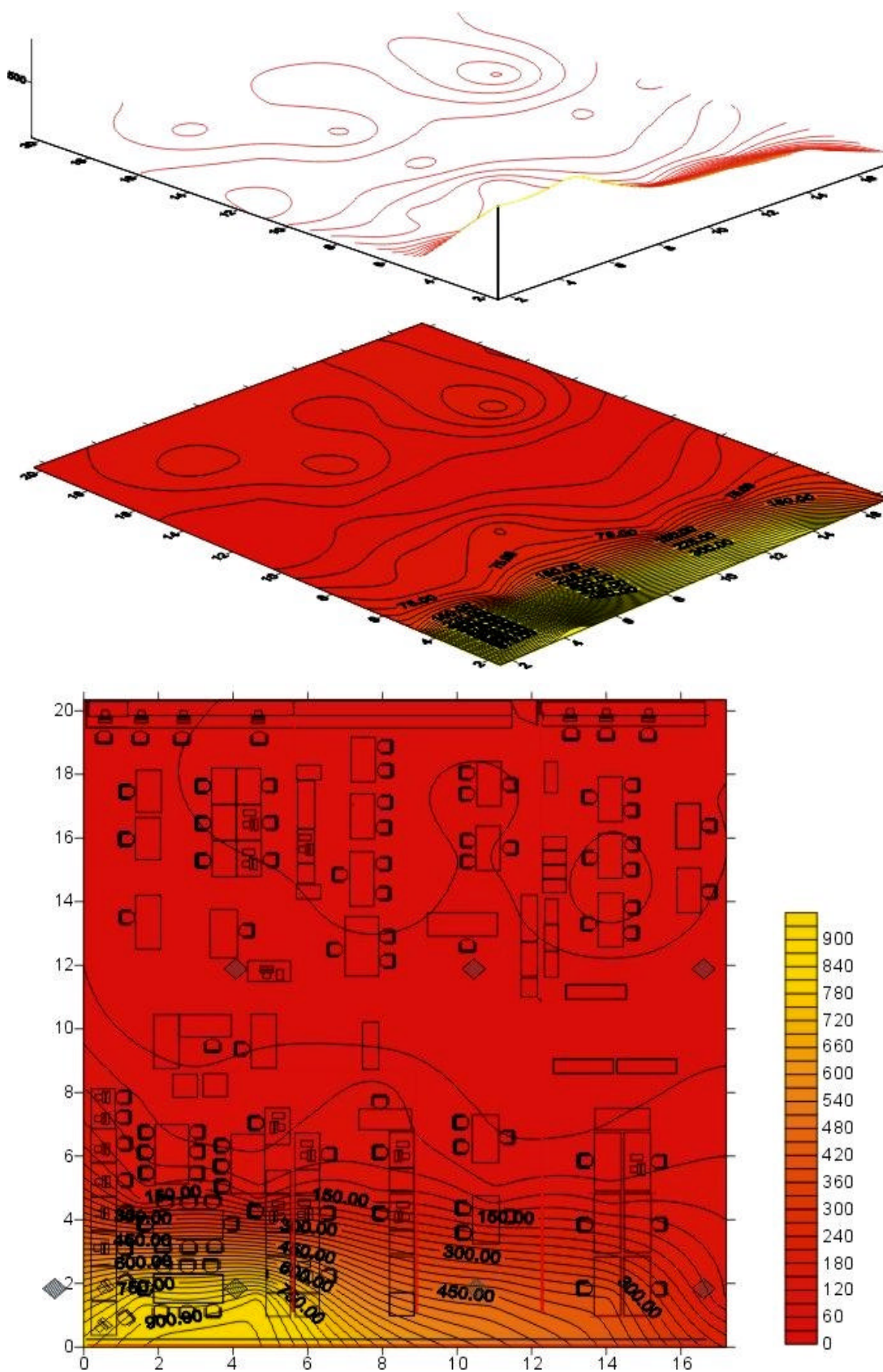


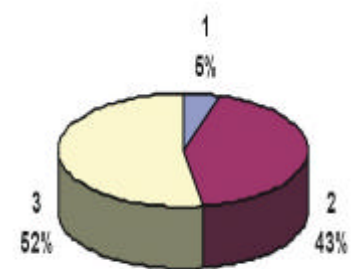
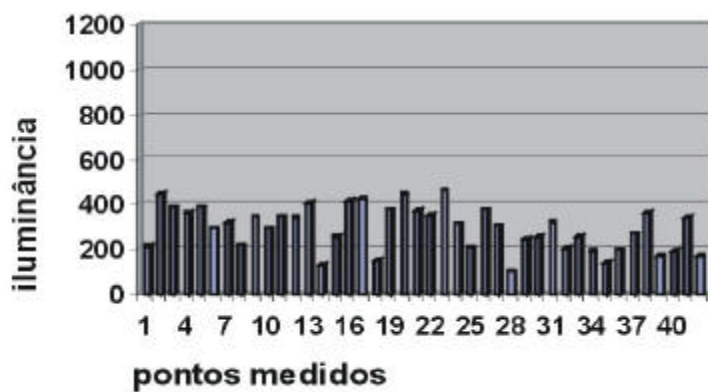
Figura 4.9. Isométrico da iluminação natural na sala de controle urbano representada pelas curvas isolux.

Os gráficos das iluminâncias dos pontos medidos foram analisados conforme a **figura 4.10**, buscando as informações dos seus percentuais nas seguintes condições:

Iluminação artificial: observou-se que na maior parte do ambiente as iluminâncias ficaram superiores a iluminância média do ambiente (295lux), correspondendo a 52% dos pontos medidos, 43% ficaram inferiores e apenas 5% se apresentaram na média.

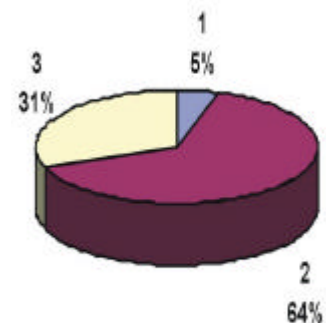
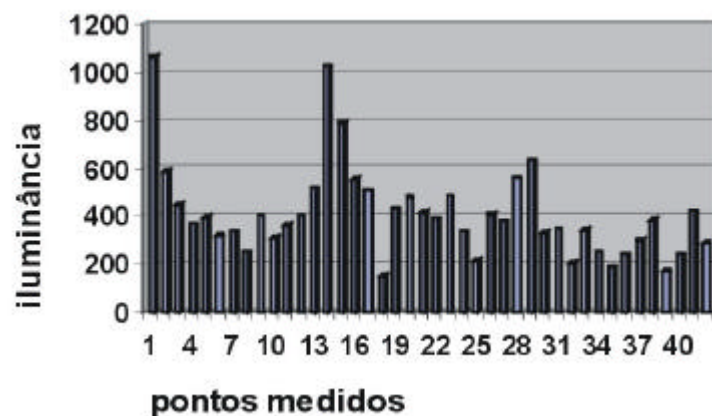
Iluminação conjugada (natural + artificial): a proporção dos pontos medidos com iluminância de até 408lux (iluminância média da sala nesta condição) é de 25%, inferiores a média é de 64% e superiores a média é de 31%.

Iluminação natural: das iluminações naturais, cerca de 81% não alcançaram a iluminância média (115lux), 17% chegam a obter valores superiores a média e apenas 2% ficaram próximos.



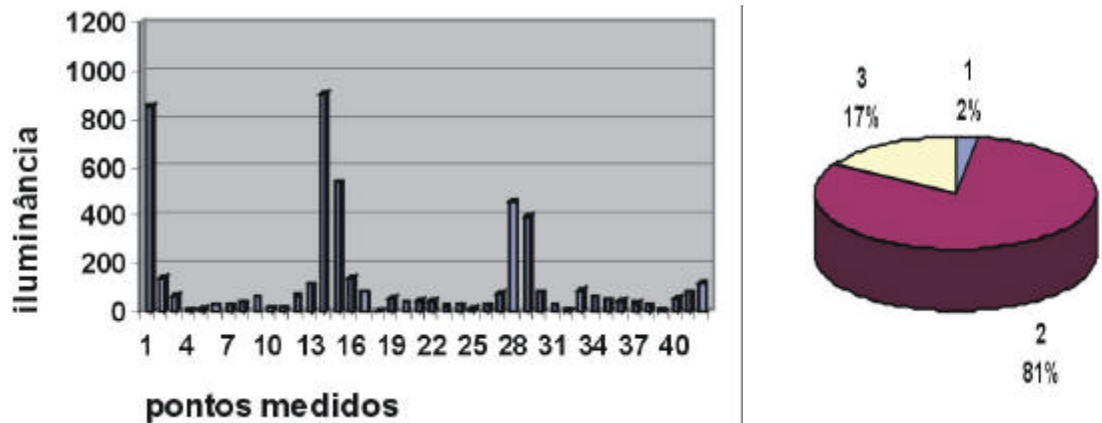
(A) Iluminação artificial $\bar{C} = 295\text{lux}$

1 – 0 a 295 lux 2 - > 295lux
3 - < 295lux



(B) Iluminação conjugada $\bar{C} = 410\text{lux}$

1 – 0 a 410 lux 2 - > 410lux
3 - < 410lux



(C) Iluminação natural $\bar{C} = 115\text{lux}$

1 – 0 a 115 lux 2 - > 115lux

3 - < 115lux

Figura 4.10. Gráfico de distribuição das iluminâncias na sala de controle urbano.

4.3.3 Iluminância adequada para sala de engenharia e controle urbano.

Para verificar a iluminância adequada para as salas, foi efetuada consulta à NBR 5413/92, dentro da qual se consideraram os seguintes aspectos: a idade média da população - inferior a 40 anos; a velocidade e precisão, fatores que representam pesos importantes e as refletâncias do fundo da tarefa, consideradas como superiores a 70%. Os resultados indicaram a recomendação ideal para 750 lux nos ambientes. A mesma norma recomenda que a iluminância em qualquer ponto do campo de trabalho não seja inferior a 70% da iluminação média determinada segundo a NBR 5382. Com base nesta observação, em qualquer ponto do campo de trabalho das salas de engenharia e controle urbano a iluminância não deve ser inferior a aproximadamente 525 lux.

4.3.4 Discussão dos resultados.

Na sala de engenharia pode-se afirmar que somente a condição de iluminação natural é insuficiente para desempenho das tarefas no plano de trabalho, necessitando ela ser suplementada pela iluminação artificial. Quanto à iluminação conjugada, a ausência de

uniformidade no ambiente ficou comprovada pela constatação da variação da iluminância de 750 lux num ponto próximo à janela e iluminância mínima de 150 lux no fundo da sala. Estes dados corresponderam a um nível de conforto lumínico em “levemente escuro”, segundo os usuários. O comportamento da iluminância com valores mais significativos num ponto junto às janelas pode ser atribuído à configuração da vegetação arbórea que reduziu a iluminação junto às aberturas, mas que contribuiu para a passagem da iluminação natural naquele local. Quanto às recomendações da NBR 5413/92, a iluminância mínima foi atendida apenas em um posto de trabalho, significando que a sala de engenharia pode estar desempenhando atividades com iluminação insuficiente no plano horizontal.

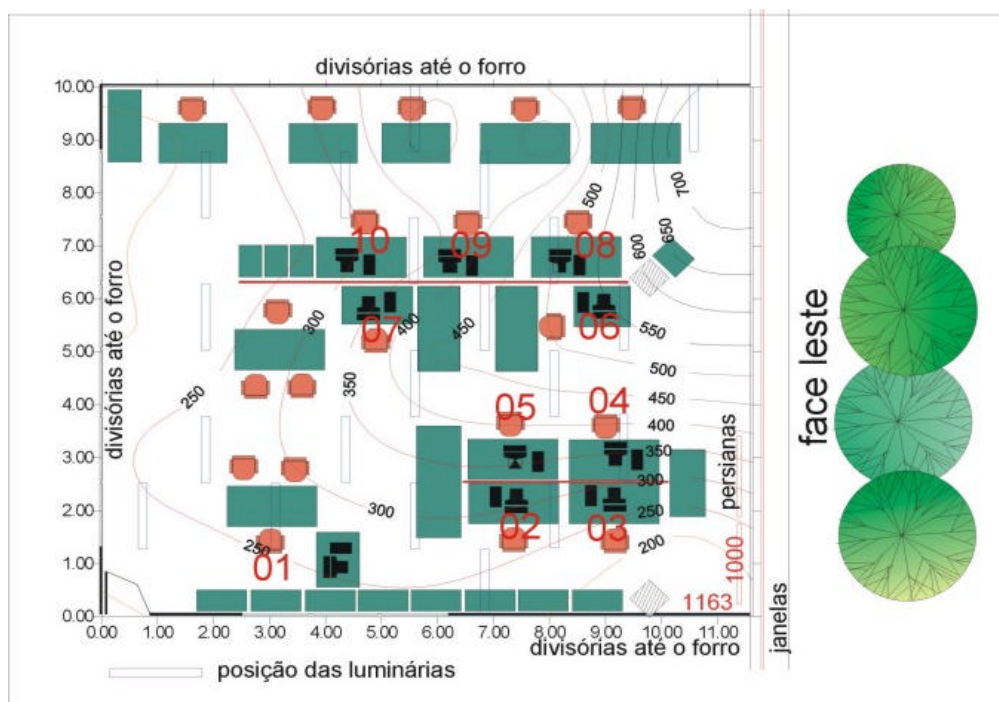
Na sala de controle urbano a iluminação natural é suficiente apenas numa área próxima às janelas; nos pontos afastados verificou-se a necessidade de ser suplementada pela iluminação artificial. Na iluminação conjugada a sala se apresentou com aumento significativo nos valores de iluminância em todos os setores da sala, entretanto permaneceu a falta de uniformidade no ambiente, verificada na variação de pontos medidos. No fundo da sala, o setor que corresponde à Diretoria de Habitação apresentou um valor próximo a 450 lux como maior valor medido entre os setores desta área, o que foi comprovado pela distribuição concentrada de luminárias. Os usuários deste setor, no que diz respeito ao conforto lumínico, avaliaram a sala como “confortável,” e o seu nível de iluminação foi definido como “claro” para o desempenho das tarefas. Os setores vizinhos, que desempenham atividades semelhantes, classificaram a iluminação como sendo “levemente confortável” e “levemente clara”, quando os valores indicaram iluminâncias aproximadas de 350 lux. A iluminação natural foi responsável pelos altos valores de iluminância ocorridos próximo às janelas, quando a média da iluminância nos planos de trabalho para estes setores ficou próxima de 450 lux. Os usuários definiram o conforto lumínico como sendo “levemente confortável” e o nível de iluminação como “claro”. A sala de controle atendeu às recomendações da NBR 5413/92 quanto à iluminância mínima num posto de trabalho em quatro pontos medidos: 01, 02, 14, 15, 16, 28 e 29, o que corresponde a uma proporção de apenas 17%. Pode-se considerar que em 83% do ambiente os usuários desempenham tarefas com iluminação insuficiente, mas pela avaliação desses usuários o nível de iluminação e conforto lumínico vem a corresponder o desempenho das atividades. A possibilidade de existir variação de iluminância no ambiente sobre o valor de 750lux adotado como ideal

pela norma e aproximadamente 525lux como sendo iluminância mínima, pode ser verificada nessa condição, visto que os resultados encontrados apesar de não atingirem os valores indicados, os usuários efetuam atividades dentro da iluminância média de 410lux, classificando o ambiente dentro dos parâmetros de confortável para levemente confortável.

4.4 ILUMINÂNCIA NO PLANO VERTICAL

Nesta seção realizou-se análise dos valores das iluminâncias medidos nos planos verticais e estes foram submetidos à comparação dos dados para identificar o comportamento da iluminação dentro das recomendações citadas no capítulo anterior.

Verificou-se que na sala de engenharia, as iluminâncias apresentaram valores altos nas proximidades das janelas, justificados pela contribuição da iluminação natural. À exceção do computador 03, da possível distribuição irregular das luminárias e das persianas - que sempre se mantêm fechadas -, a iluminância teve os valores decrescidos no fundo da sala, conforme identificado na **figura 4.11**.

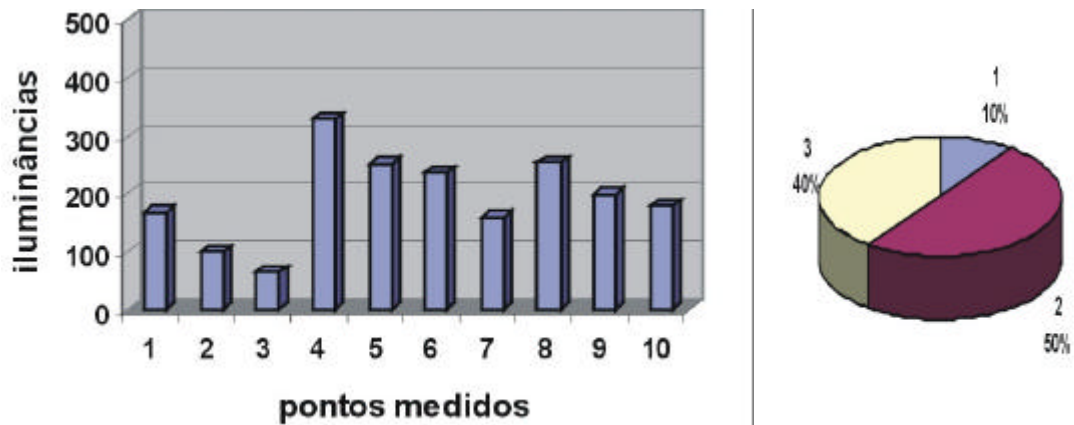


(A) Planta esquemática dos pontos medidos na sala de engenharia.

Valores dos pontos medidos

01 = 169 lux	03 = 64 lux	05 = 252 lux	07 = 160 lux	09 = 199 lux
02 = 100 lux	04 = 330 lux	06 = 237 lux	08 = 255 lux	10 = 178 lux

(B) Tabela de valores dos pontos medidos

(C) Gráfico de distribuição das iluminâncias $\zeta = 195\text{lux}$

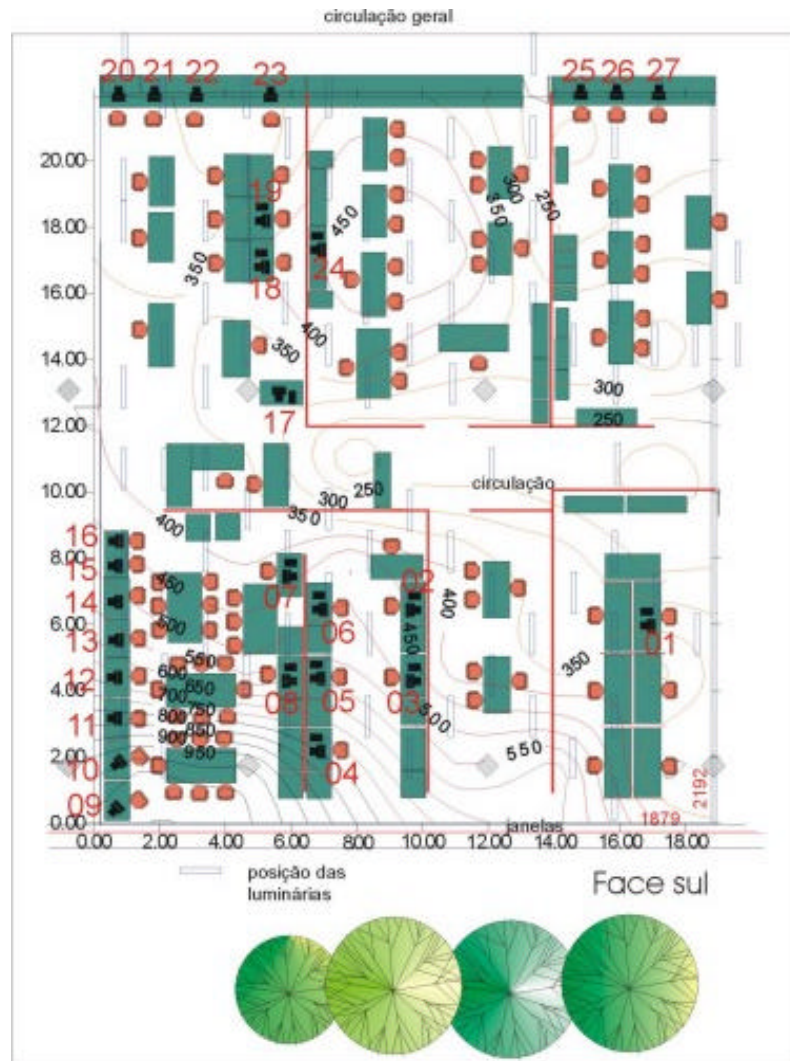
1 - 0 a 195lux

2 - > 195lux

3 - < 195lux

Figura 4.11. Dados relativos à medição no plano vertical na sala de engenharia.

No plano de tarefa da sala de controle urbano a iluminação apresentou valores que configuraram a falta de uniformidade, devido à possível distribuição irregular das luminárias no teto. Verificou-se que os maiores valores foram encontrados no ponto próximo à janela, onde a iluminação natural ocorreu de forma concentrada. Os pontos 04, 05 e 06 apresentaram comportamento diferenciado, e neles os valores medidos foram inferiores aos verificados no mesmo setor. Tal ocorrência pode ser justificada pela existência de divisórias de 1,20m de altura que delimitam os setores, criando áreas de sombreamento às superfícies adjacentes. Os menores valores medidos foram encontrados no fundo da sala, onde não há contribuição significativa da iluminação natural, como apresenta a **figura 4.12**.

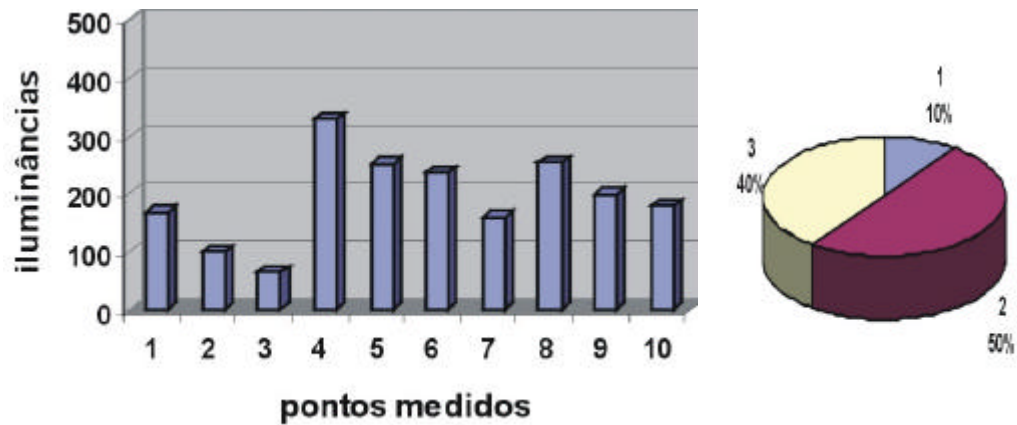


(A) Planta esquemática dos pontos medidos na sala de controle urbano

Valores dos pontos medidos

01 = 195lux	06 = 266lux	11 = 413lux	16 = 226lux	21 = 197lux	26 = 139lux
02 = 443lux	07 = 304lux	12 = 366lux	17 = 225lux	22 = 194lux	27 = 108lux
03 = 500lux	08 = 467lux	13 = 318lux	18 = 235lux	23 = 191lux	
04 = 330lux	09 = 478lux	14 = 313lux	19 = 152lux	24 = 230lux	
05 = 308lux	10 = 485lux	15 = 267lux	20 = 184lux	25 = 126lux	

(B) Tabela de valores dos pontos medidos



(C) Gráfico de distribuição das iluminâncias $\zeta = 284\text{lux}$

1 – 0 a 284lux

2 - > 284lux

3 - < 284lux

Figura 4.12. Dados relativos à medição no plano vertical na sala de controle urbano.

4.4.1 Discussão dos resultados

As variações das iluminâncias podem decorrer da distribuição irregular das luminárias, da contribuição ou não da iluminação natural, das divisórias que delimitam os setores e dos mobiliários. Partindo-se das recomendações da NBR 5413, de que a iluminância mínima na área da tarefa pode variar próximo a 525lux conforme verificados em secções anteriores, observou-se que os valores das iluminâncias médias encontradas na sala de engenharia e sala de controle urbano, foram insuficientes para atender às recomendações. A sala de controle urbano apresentou valores próximos aos recomendados apenas nos locais junto às aberturas. Observou-se que nos pontos 09 e 10, os computadores foram posicionados de forma diferenciada dos demais, evitando dessa maneira a interferência dos elementos tais como ofuscamento, contrastes oriundos das aberturas laterais. Para os usuários dos computadores a iluminação no plano vertical foi indiferente, uma vez que se utilizam contrastes variados nos monitores como uma das formas de diminuir o ofuscamento indireto.

Quanto ao efeito da iluminação em relação à iluminância no plano vertical, foi observado que o usuário não define a condição visual como desconfortável diante dos

baixos valores, uma vez que o monitor pode compensar as deficiências em função da luz própria.

4.5 ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DA LUZ DO SOL NA SALA DE ENGENHARIA.

A orientação da sala de engenharia voltada para a face leste, com janelas largas e horizontais e panos de vidro contínuos, admite a participação da luz do sol durante o período da manhã, manifestada através de contrastes e desconforto para os usuários. Esta análise pretende identificar o comportamento da luz do sol no decorrer do ano através do programa “Luz do sol”.

Verificando o comportamento da luz do sol no período de verão, demonstrado pela **figura 4.13**, foi observado que no primeiro horário do dia, identificado como sendo o das 7 horas, a luz alcançou 50% da área da sala, incidindo sobre porção dos planos das atividades horizontais e verticais. Conforme a posição do sol, a incidência se tornou restrita no período das 11 horas, abrangendo apenas a região próxima do peitoril. Na simulação da incidência da luz do sol sem obstáculos externos (vegetação arbórea), a luz do sol foi identificada a partir das 6 horas sobre a parede do fundo da sala, diminuindo gradualmente até às 11 horas.

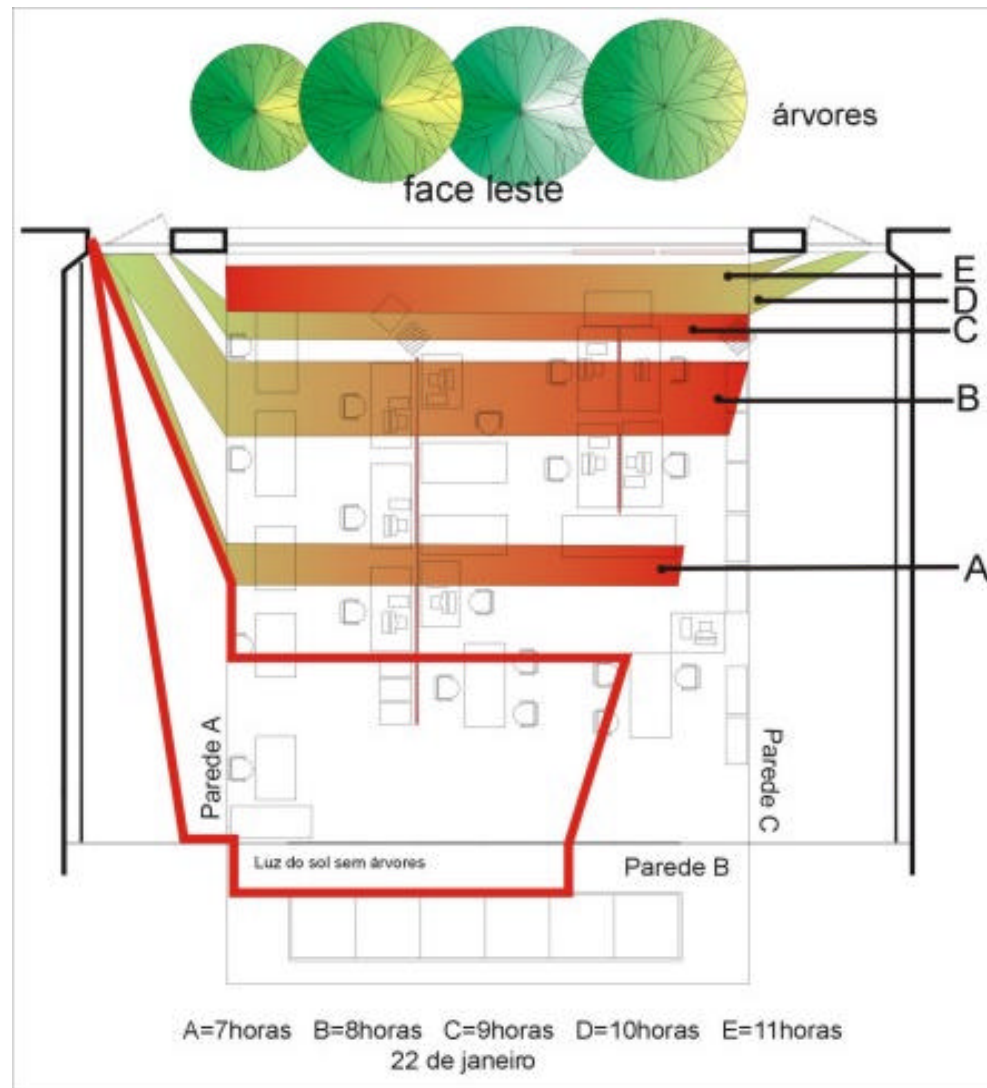


Figura 4.13. Projeção da luz do sol na sala de engenharia, relativo a 22 de janeiro.

No período do outono a luz do sol incidiu sobre 70% dos usuários dos computadores, porém sobre os usuários dos planos horizontais não foi verificada incidência da luz do sol, conforme a **figura 4.14**. A área de abrangência diminuiu gradualmente, ao aproximar-se das 11:00 horas. Na apresentação para ambiente sem vegetação arbórea externa, a luz do sol incidiu na parede oposta à janela desde o primeiro horário da manhã.

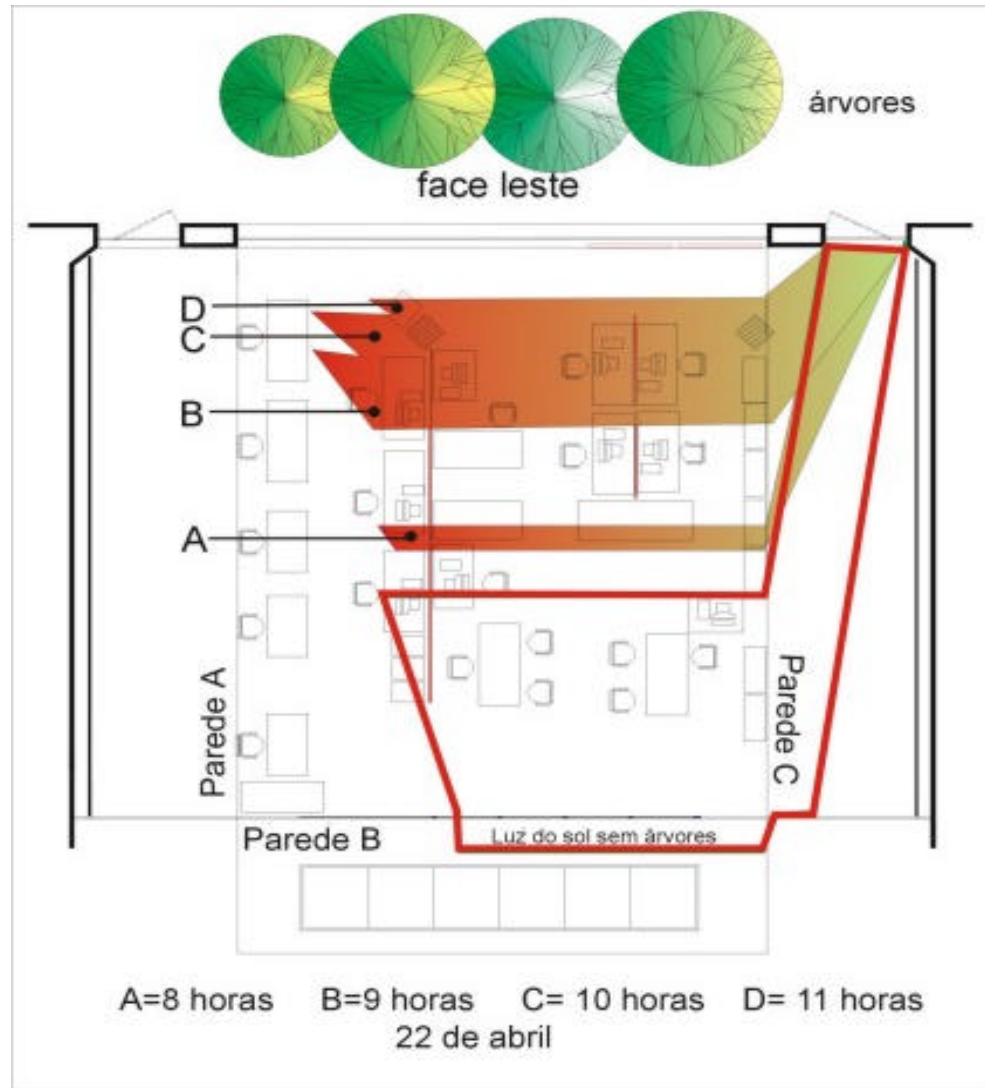


Figura 4.14. Projeção da luz do sol na sala de engenharia, relativo a 22 de abril.

No período de inverno a incidência da luz do sol se tornou restrita, como demonstrado na **figura 4.15**. O tempo de abrangência verificado foi das 9:00 horas até às 11:00 horas, atingindo apenas parte da sala onde existe a maior concentração de usuários com computador. Na apresentação sem elementos arbóreos bloqueando a luz do sol, foi observada a incidência em aproximadamente 50% do ambiente.

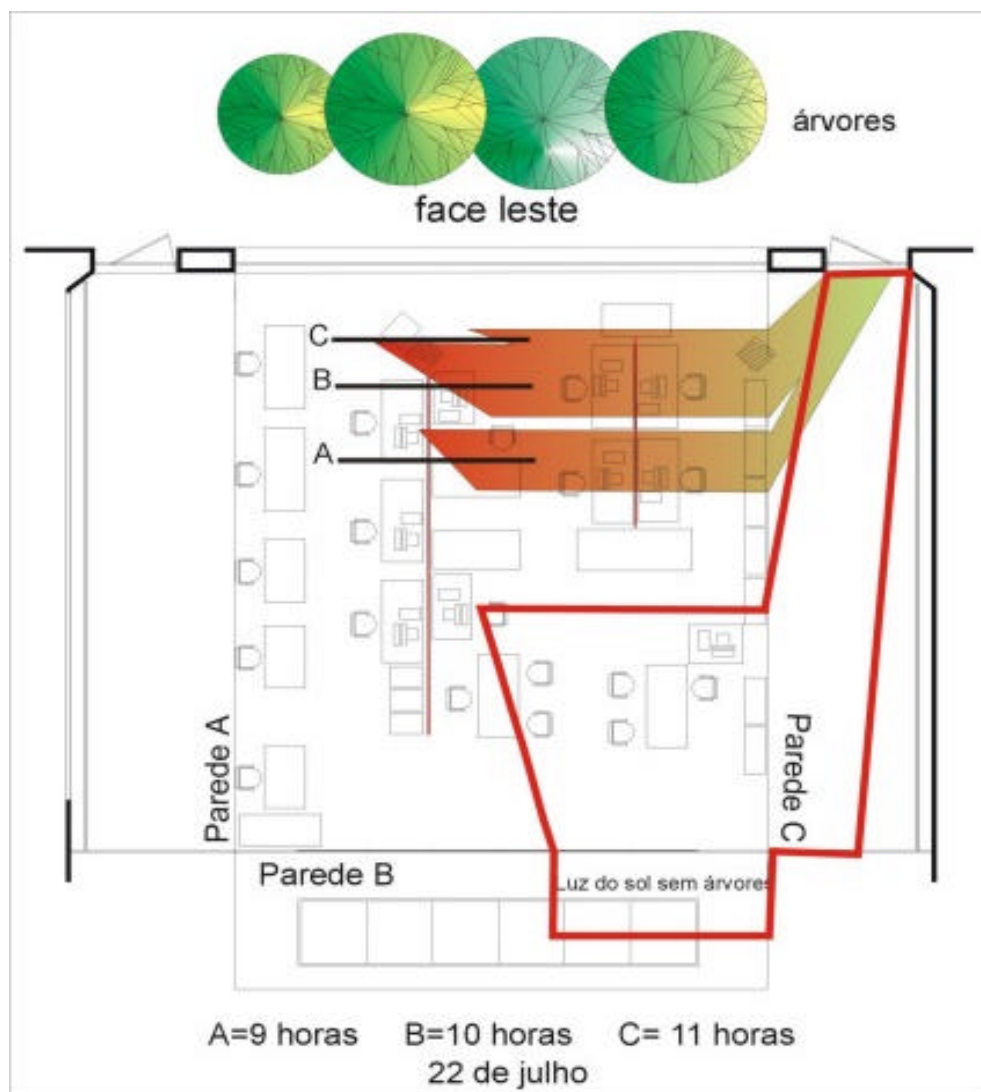


Figura 4.15. Projeção da luz do sol na sala de engenharia, relativo a 22 de julho.

A **figura 4.16.** representou a primavera, quando a luz do sol demonstrou incidências próximas à janela, limitando a concentração na porção de aproximadamente 30% da área da sala e interferindo no plano de trabalho de 40% dos usuários que exercem atividades no plano vertical. Na simulação verificada sem barreiras externas, a luz do sol atingiu cerca de 70% da área da sala, desde os primeiros horários do dia.

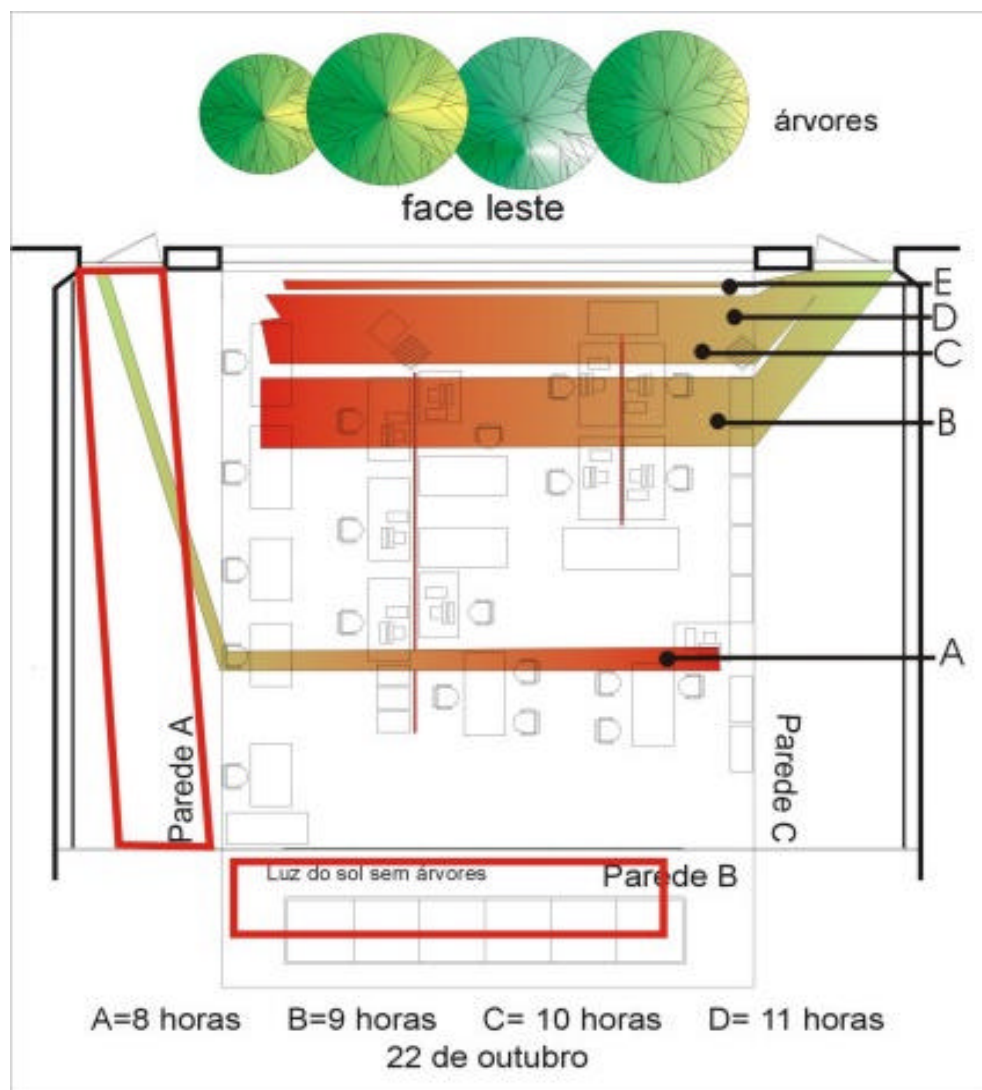


Figura 4.16. Projeção da luz do sol na sala de engenharia, relativo a 22 de outubro.

4.5.1 Discussão dos resultados

As simulações apresentadas permitiram verificar a proporção de abrangência da luz do sol no ambiente num período equivalente a um ano. Observou-se que a luz incidente na sala predominou nas áreas próximas à janela em todos os períodos no ano, comprovando o desconforto visual manifestado pelos usuários que desempenham tarefas nesse local. A luz do sol participou de forma direta, incidindo sobre a superfície das tarefas, no piso da sala e parte das paredes divisórias. Ao incidir sobre o plano das tarefas ocorreram diminuições da visibilidade, exigindo do usuário maior concentração

no desempenho das tarefas, situação que eles classificaram como desconfortável e até perturbadora, manifestando como prioridade a colocação de dispositivos nas janelas para controle da luz. A incidência da luz sobre a superfície do piso de ardósia escura foi indiferente quanto ao conforto lumínico, mas o ganho térmico do material pode ser uma das conseqüências quanto ao problema térmico existente na sala. A luz que incide sobre as paredes divisórias contribui de forma indireta para o contraste do campo visual, verificado nos monitores dos computadores.

Pela simulação observou-se que a vegetação arbórea funciona como elemento bloqueador da iluminação natural durante todo o período do ano. A iluminância interna no período de inverno é maior que na estação do verão nas salas arborizadas, e as árvores caducifólias permitem um acesso maior de iluminância no plano de trabalho que no interior das salas em que a iluminação é obstruída por árvores de folhas perenes. As vegetações arbóreas existentes são de folhas perenes, podendo, como proposta, ser substituídas por espécies menos adensadas para melhor aproveitamento da iluminância no interior da sala, avaliação conjunta a ser estudada pelo departamento de arborização. A possibilidade de retirar toda a vegetação para aproveitamento da luz do sol poderia ser uma alternativa se não fosse o ganho térmico que a edificação sofreria, acarretando prejuízos ao desenvolvimento das atividades. Além da vegetação, a luz do sol poderá ser melhor utilizada no interior da sala através de detalhes arquitetônicos ou dispositivos mecânicos que conduzam a luz natural aos pontos onde há dificuldade de alcance através das janelas.

4.5.2 Análise das informações quanto à iluminação artificial

A iluminação artificial em ambas as salas se classifica como direta. As luminárias são de embutir, com o corpo da calha em chapa de aço tratada e pintada na cor branca; não possuem difusores, apresentam dimensões aproximadas de 20cm x 125cm e contêm duas lâmpadas fluorescentes tubulares comuns, com potência de 40W cada. A disposição das luminárias se apresenta irregular na superfície do forro, criando contrastes no plano superior e focos de sombreamento no plano de trabalho, o que produz desconforto aos seus usuários.

Nas salas de engenharia e controle urbano foram observados que os fluxos luminosos provenientes das luminárias produziram imagens refletidas nas telas dos monitores. a superfície do forro através das luminárias se apresentou como sendo uma das prováveis causa dos contrastes sobre os monitores dos computadores. Na sala de controle urbano a cor preta da superfície superior, contribui para contrastes mais significativos em relação à sala de engenharia **figura 4.17** , podendo ser corrigidos através da colocação de forros brancos e luminárias com lâminas antiofuscamentos. Nas estações de trabalho onde se desempenham tarefas especiais, é recomendável iluminação artificial localizada, justificada pela existência de sombreamentos e iluminância insuficiente sobre a superfície de trabalho.



(A)



(B)

Figura 4.17 . Visualização da superfície do forro. (A) na sala de engenharia e (B) sala de controle urbano.

4.6.3 Análise das informações quanto a tarefas no plano horizontal

Verificou-se que na sala de engenharia a população que desempenha tarefas no plano horizontal foi de 03 usuários, correspondendo a 23% da população. A zona crítica de visão, compreendida num ângulo de 40°, é percebida por apenas um usuário, sendo avaliada como indiferente a interferência de contrastes durante o processo de suas atividades.

Na sala de controle urbano, 72% da população executam tarefas no plano horizontal. Porém avaliaram como indiferentes a interferência das luminárias sobre o plano das

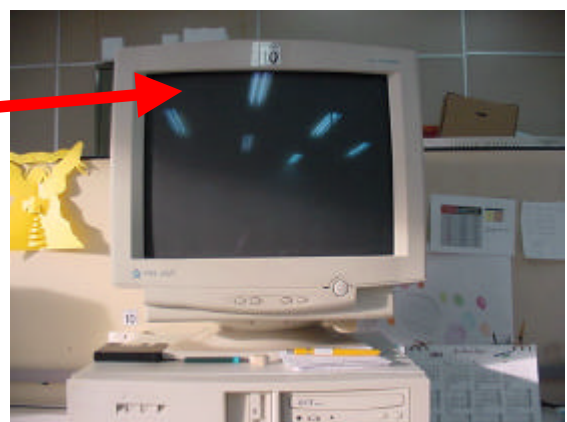
tarefas, exceto para aqueles que desempenham tarefas nas estações de trabalho. Para estes, o efeito do contraste das luminárias com o fundo escuro da superfície superior, compreendido no ângulo de 40° , trouxeram desconforto visual durante o exercício das tarefas. Tal fato pode ser justificado diante do tipo de atividade que exercem, da configuração geométrica das estações e das cores dos materiais empregados.

4.5.4 Análise das informações no plano vertical

Na sala de engenharia cerca de 77% da população executam tarefas no plano vertical. Verificou-se que os usuários que não sofrem a influência dos elementos da visão periférica se localizam próximas às paredes divisórias, quando no ângulo compreendido não há interferência de elementos da superfície superior. Nos monitores dos computadores que se localizam nas áreas centrais da sala, verificou-se reflexão das luminárias nas zonas compreendidas entre 65° e 110° , como visto nas **figuras 4.18**. Cada usuário tem operado os equipamentos regulando os monitores de acordo com as inclinações, para evitar ofuscamentos indiretos. A ergonomia do mobiliário também é um dos fatores que não têm concorrido para minimizar as incidências, devido ao fato de a escala humana ser diferenciada para cada equipamento e este por sua vez, se apresentar nas diferentes configurações de modelos e tamanhos. Os usuários deste setor utilizam monitores com contrastes positivos (fundo escuro e os caracteres claros) durante suas atividades.



(A)



(B)

Figura 4.18. Visualização da visão periférica/reflexão na sala de engenharia. (A) Planta genérica, (B) reflexão sobre a tela do monitor – com forro branco.

Na sala de controle urbano foi observado que cerca de 27,8% da população (27 usuários) são representados por usuários do plano vertical, dos quais 19 têm influência da visão periférica. Esta interferência não tem sido fator de desconforto entre os usuários, exceto aqueles que trabalham na área de atendimento junto ao balcão, onde a luz natural proveniente do átrio tem interferência significativa no seu desempenho. Quanto a ofuscamento indireto nos monitores dos computadores, foram verificados em todos os equipamentos os reflexos das luminárias, conforme **figura 4.19**; e nos casos de computadores situados próximos às janelas, foram observadas as imagens das janelas e as paisagens externas. As imagens das luminárias não têm sido elementos perturbadores no desenvolvimento das tarefas, mas o conjunto das imagens provenientes da paisagem externa tem sido perturbador. Para evitar esta situação alguns têm posicionado o monitor de forma a protegê-lo destas incidências. A utilização dos monitores com contrastes negativos (fundo claro e caracteres escuros) pode ser uma justificativa para os usuários terem avaliado o ofuscamento indireto como elemento não perturbador.

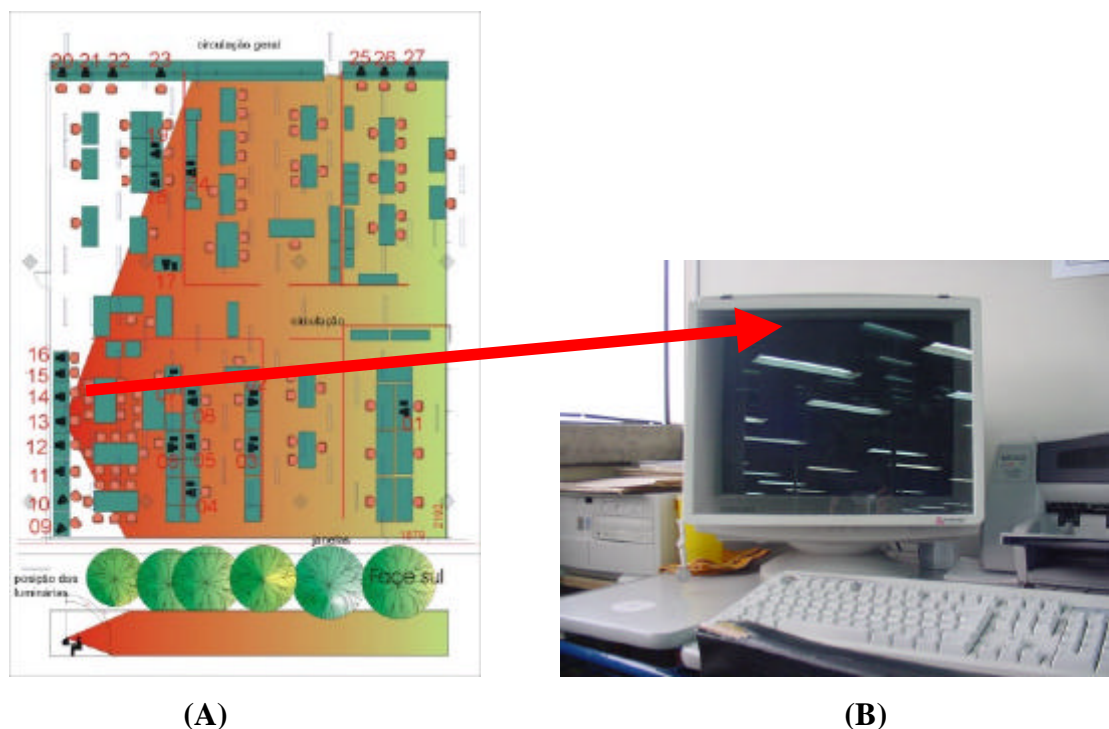


Figura 4.19. Visualização da visão periférica/reflexão na sala de controle urbano. (A) Planta genérica, (B) reflexão das luminárias sobre a tela do monitor –sem forro branco.

4.5.5 Discussão dos resultados

Verificou-se nos ambientes analisados que a distribuição das luminárias no forro e as especificações dos modelos utilizados foram elementos responsáveis pelo ofuscamento indireto dos monitores e pelas interferências na zona crítica de visão. Devendo ser dispensada maior atenção ao tipo de atividades exercidas nos ambientes e efetuados estudos sobre os efeitos da iluminação artificial, evitando zonas claras e escuras nas superfícies superiores e nos planos de trabalho, bem como a interferência da massa arbórea existente próxima às aberturas.

Estudos ergonômicos devem ser efetuados para adaptação da escala humana diante do seu equipamento de trabalho, minimizando o desconforto físico e visual durante a operação das tarefas.

O sombreamento se mostrou evidente nas superfícies de trabalho no plano horizontal, originado das divisórias responsáveis pela setorização dos ambientes e dos equipamentos de apoio, mas não foi significativo, na avaliação dos usuários, exceto nos planos das estações de trabalho dos setores de análise e cadastro técnico.

4.6 ESTUDO COMPORTAMENTAL DO USO DAS LUMINÁRIAS NAS SALAS DE ENGENHARIA E CONTROLE URBANO.

Foi avaliado nesta etapa o comportamento dos usuários quanto ao tempo de uso das luminárias, identificando-se o período de acionamento durante a permanência dos usuários em cada setor no decorrer de sete dias consecutivos.

Na sala de engenharia foi notado que tanto no período da manhã como no período da tarde as luminárias foram acionadas antes do início do expediente e desligadas minutos após o seu término, demonstrando média diária de uma hora e três minutos a mais de

tempo acionado, totalizando no período observado de sete dias, sete horas e vinte e sete minutos. Observou-se que nesta sala a presença de funcionários que permaneceram no local trabalhando com um dos circuitos acionado durante o intervalo correspondeu o período das 11h30min até as 13h30min, conforme **tabela 4.1**.

Tabela 4.1. Perfil de utilização das luminárias na sala de engenharia.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h35min Desl: 11h50min	Liga: 13h22min* Desl: 17h20min	Ligou todas as luminárias às 7h58min e 13h25min
2º. Dia	Liga: 7h45min Desl: 11h43min	Liga: 13h15min* Desl: 17h40min	Ligou todas as luminárias às 13h28min
3º. Dia	Liga: 7h48min* Desl: 11h55min	Liga: 13h20min Desl: 17h18min	Ligou todas as luminárias às 8horas
4º. Dia	Liga: 7h44min Desl: 11h38min	Liga: 12h05min* Desl: 17h43min	Ligou todas as luminárias às 13h22min
5º. Dia	Liga: 7h50min Desl: 11h52min	Liga: 12h22min* Desl: 17h55min	Ligou todas as luminárias às 13h20min
6º. Dia	Liga: 7h45min* Desl: 11h46min	Liga: 13h10min Desl: 17h53min	Ligou todas as luminárias às 8h05min
7º. Dia	Liga: 7h50min Desl: 11h47min	Liga: 13h25min Desl: 17h45min	
Total de minutos excedidos	163 minutos	284 minutos	Total de 447 minutos excedidos do expediente.

*Acionamento ou desligamento parcial das luminárias – na área das tarefas.

A sala de controle urbano foi levantada por setores, como apresentadas nas tabelas do **anexo B** e calculou-se a média valores para cada dia pesquisada para caracterizar como um ambiente único. Foi verificado que neste ambiente também houve acionamento antes do expediente e desligamento após o expediente, resultando em cinco horas e vinte e oito minutos de horas de uso de luminárias além do expediente, conforme **tabela 4.2**, equivalente a média diária de quarenta e sete minutos.

Tabela 4.2. Perfil de utilização das luminárias na sala de controle urbano.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h47min Desl: 11h33min	Liga: 13h25min Desl: 17h27min	
2º. Dia	Liga: 7h45min Desl: 11h31min	Liga: 13h25min Desl: 17h18min	
3º. Dia	Liga: 7h44min Desl: 11h39min	Liga: 13h23min Desl: 17h16min	
4º. Dia	Liga: 7h47min Desl: 11h37min	Liga: 13h27min Desl: 17h20min	
5º. Dia	Liga: 7h40min Desl: 11h38min	Liga: 13h24min Desl: 17h25min	
6º. Dia	Liga: 7h50min Desl: 11h39min	Liga: 13h25min Desl: 17h21min	
7º. Dia	Liga: 7h41min Desl: 11h36min	Liga: 13h28min Desl: 17h21min	
Total de minutos excedidos	147 minutos	181 minutos	Total de 328 minutos excedidos do expediente

4.6.1 Discussão dos resultados

Verificou-se que em ambas as salas não foi identificado o desligamento de nenhum dos circuitos no período de trabalho, até mesmo por parte daqueles usuários que permaneceram próximos às janelas.

Na sala de engenharia o primeiro usuário que chegou no período da manhã nem sempre acionou todos os circuitos, limitando-se apenas àquele da sua área de abrangência, o mesmo acontecendo com o usuário que permaneceu no intervalo para efetuar alguma tarefa. No período da tarde os circuitos foram todos acionados antes das 13 horas.

Após as 17 horas, quando apenas alguns dos membros permaneceram no ambiente, as luminárias continuaram acionadas integralmente até que o último usuário desligasse o sistema. Os usuários desta sala percorrem circulações que apresentam variabilidade de iluminâncias até chegarem à sala. O tempo que leva o indivíduo para caminhar desde a saída do elevador até o espaço da sala de trabalho não chega a um minuto, e a grande quantidade de informações visuais que chega até o usuário neste breve espaço de tempo impossibilita ao indivíduo a adaptação visual. Ao acessar a sala de trabalho, encontra-

se um ambiente com baixa luminosidade no fundo das salas, e na face oposta grandes panos de vidro, que contrastam com o todo o espaço. Possivelmente a necessidade do usuário é obter um efeito de uniformidade na distribuição da luz, acionando os interruptores num ato natural de regular o ambiente através de uma suplementação de luz, seja natural seja artificial, sendo neste caso a única alternativa ao existente a suplementação artificial. Desta forma, a permanência das luzes acesas em todo o ambiente até que o último usuário desligue os circuitos pode ser justificada pela necessidade de desempenhar a tarefa num ambiente com boa distribuição de luz.

Na sala de controle urbano cada setor foi acionado pelos seus usuários, não ficando nenhum ambiente de trabalho com as luminárias desligadas no decorrer do expediente. No final do dia, os usuários de cada setor desligaram os seus circuitos. Durante os intervalos do período da manhã e da tarde, não houve acionamento por nenhum dos ocupantes. Esta sala apresentou setores com atividades distintas e a ausência de divisórias altas resultou numa integração espacial. O contraste das janelas envidraçadas e a necessidade de se obter uniformidade na distribuição da luz em relação à sala podem ser fatores que levaram os usuários a acionar as luminárias. Verificou-se que, diferentemente da sala de engenharia, a sala de controle urbano teve o uso controlado das luminárias nos setores. Em todos os momentos foi observado que o último usuário teve o cuidado de desligar o circuito do seu espaço. O espaço integrado, que permite o controle visual das atividades humanas, pode ser uma condicionante que levou a disciplina aos usuários.

CAPÍTULO 05

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

CAPÍTULO 05	90
5.1 INTRODUÇÃO	91
5.2 CONCLUSÃO	91
5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	94

5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo procurou-se mostrar conclusões de uma pesquisa baseada na análise das condições de iluminação em edificação de escritórios. Os procedimentos para avaliação foram realizados nas salas de engenharia e cadastro técnico, onde se buscou através da análise comportamental dos usuários, a constatação dos problemas quanto às condições de iluminação nos ambientes escolhidos. Os problemas levantados pelos usuários foram conferidos através de avaliações experimentais e projeções gráficas, utilizando-se as normas vigentes e recomendações literárias, e depois de analisados e discutidos, resultaram nas recomendações futuras do objeto de estudo.

5.2 CONCLUSÃO

A presente pesquisa analisou as condições de iluminação com base nas recomendações das normas e legislações vigentes. A verificação experimental em ambientes reais trouxe informações importantes quanto à análise das iluminâncias e possibilitou a verificação quanto à ocupação e à utilização do espaço.

Ao realizar uma pesquisa pós-ocupacional de um ambiente construído, visando à análise das condições de iluminação dos ambientes com atividades de escritórios, poderemos considerar:

1- Através do método de ensaio do projeto de norma 02: 135.02-004:1998 parte 4, foi possível avaliar as iluminâncias nos ambientes reais. A quantidade de pontos estabelecida pelo índice local (K) e pela tabela de quantidade mínima de pontos, resultou num desenho de malha proporcional a um quadrado, permitindo melhor caracterização da iluminância do ambiente. A representação gráfica das iluminâncias através do programa *Surfer*, nas condições de iluminação conjugada demonstrou que os ambientes escolhidos não apresentaram uniformidade na distribuição da luz. Os pontos próximos às janelas indicaram maiores valores de iluminância devido à contribuição da iluminação natural, porém no fundo das salas, os valores se apresentaram inferiores, na medida que se distanciou das aberturas. A variação de iluminâncias verificadas nas

áreas próximas às janelas, pode ser devido a vegetação arbórea de porte menor que permitiu passagem de iluminação na edificação, resultando iluminâncias com valores diferenciados.

2- A NBR 5413/92 permitiu estabelecer os valores de iluminâncias mínimas em serviço, de acordo com a classe de tarefas visuais e as características da tarefa e do observador no plano horizontal. Os ambientes foram enquadrados nos requisitos normais de escritórios, com iluminância adequada para 750lux podendo haver variações nos valores dependendo das características do local ou tarefa. Tais variações, conforme a NBR 5413/92, calculados sobre qualquer ponto do campo de trabalho não sejam inferior a 70% da iluminância média, resultaram em valores mínimos próximos a 525lux. As medições realizadas na sala de engenharia demonstraram que os usuários desempenharam atividades com valores abaixo dos recomendados pela norma e na sala de controle urbano apenas nos pontos que se encontraram próximos às janelas atenderam os valores mínimos indicados. Entretanto, observou-se que o resultado da avaliação comportamental dos usuários na sala de controle urbano, onde a iluminância média foi de 346lux e cerca de 64% dos pontos medidos nas condições de iluminação conjugada apresentaram inferiores à média, a maior parte se manifestou como sendo uma sala clara com iluminação confortável, podendo desempenhar tarefas dentro das normalidades.

3- As medições nos planos verticais realizadas junto aos monitores indicaram que a variação de iluminâncias sobre o plano não interferem no desempenho das tarefas, uma vez que o monitor pode compensar as deficiências em função da luz própria. Entende-se que para esse tipo de atividade os usuários desempenham tarefas tanto no plano horizontal digitando e inserindo informações através do teclado, como reconhecendo os resultados das codificações através do monitor no plano vertical. Deve-se portanto dispensar cuidados especiais mantendo o nível de iluminância suficiente para desempenho das atividades no plano horizontal para obter condições de conforto lumínico ao usuário. Os valores ideais como sugere a pesquisa recomendada da IESNA(2000), próximos a 500lux, poderão ser adotados desde que as variáveis que compõem o ambiente como: tipo e disposição das luminárias, cores dos mobiliários, do piso, do forro, da tipologia das aberturas laterais, e de todas as variáveis que fazem parte do contexto do ambiente estejam dentro das recomendações das normas e diretrizes de

iluminação. Deverá ser verificado ainda, se esse valor não estará inferior aos valores necessários para o desempenho das atividades exclusivas no plano horizontal, uma vez que no mesmo ambiente há desenvolvimento de tarefas diversificadas.

4 - Através do programa “Luz do sol” foi observada a incidência da luz direta do sol na sala de engenharia durante quatro dias, um dia de cada estação e demonstrou que a luz do sol incide sobre a superfície das tarefas próximas às janelas durante todo o período do ano, contribuindo para o desconforto visual e exigindo dos usuários maior concentração no desempenho das tarefas e levando à classificação da condição como desconfortável e perturbadora. Embora a vegetação arbórea com folhas perenes venha a ser um dispositivo para amenizar o ganho térmico da edificação, tem funcionado como bloqueador parcial da iluminação no interior da sala, dificultando o alcance da luz do sol até o fundo do ambiente. A iluminação poderá ser melhor aproveitada substituindo-se a vegetação existente por vegetações menos adensadas, que atuem como difusor da iluminância externa para o interior do ambiente.

5 - O estudo comportamental quanto ao uso das luminárias identificou que os usuários acionaram a iluminação artificial no início do expediente e permaneceu ao longo do período, até que o último usuário a sair desligou todos os circuitos. As características geométricas da sala de engenharia e da sala de controle urbano diferem quanto ao tamanho e tipologia. A sala de engenharia se apresenta num tamanho menor e fechada através de divisórias, dificultando a visualização das ações no interior do ambiente. A necessidade de acionar as luminárias pode ser atribuída à existência das janelas com panos de vidro que contrastam com o ambiente interno de pouca luminosidade, e a falta de uniformidade na distribuição da luz nas superfícies de trabalho pode ser justificada pela necessidade de permanecerem acionadas até o fim do expediente.

As condições acima analisadas constituíram em informações importantes para fechamento do contexto da pesquisa para iluminação da edificação. Embora a proposta arquitetônica tenha utilizado elementos que apresentam condições de luminosidade através de amplas janelas horizontais, não foram suficientes para atender o interior do ambiente. As iluminações artificiais e naturais devem ser estudadas para assegurar condições de boa visibilidade tornando o ambiente mais interessante para desempenho

das tarefas. O efeito de variação na iluminação sempre ocorrerá nas áreas próximas às aberturas laterais, decorrentes da sazonalidade do sol e das condições climáticas. Ficando os excessos de iluminâncias próximas às janelas e a insuficiência nos fundos da sala. Percebe-se que a definição da geometria do espaço é de fundamental importância no melhor aproveitamento da luz natural, evitando contrastes excessivos num mesmo setor. Medidas corretivas podem ser adotadas para assegurar bom nível de conforto visual, através de estudos de variabilidade de luminâncias.

5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As recomendações a seguir foram colocadas como sugestões para a implementação de trabalhos futuros:

- 1 - Analisar de forma aprofundada o comportamento da iluminação em ambientes de luz conjugada, levando-se em consideração os níveis de iluminâncias e a qualidade da iluminação através de verificações experimentais de luminância;
- 2 - Desenvolver estudos no sentido de avaliar a contribuição da qualidade da iluminação em salas de escritórios para o processo produtivo do usuário;
- 3 - Fazer estudos quanto ao desempenho da iluminação artificial, visando estabelecer eficiência na distribuição da luz em ambientes com e sem uso de computadores;
- 4 – Efetuar pesquisas aprofundadas com maior número de salas nas condições de iluminação artificial, conjugada e natural, constando salas com variadas configurações e direcionamentos diferentes, utilizando-se de equipamentos de tecnologia para medições simultâneas, a fim de obter informações mais próximas à realidade das condições de iluminação da edificação;

5 – Efetuar pesquisa junto aos usuários temporários (visitantes) visando estudo comportamental dos ocupantes em relação à iluminação principalmente nas áreas de circulação;

6 – Promover estudos no sentido de implementar um sistema de iluminação artificial que seja eficiente e que tenha alternativas para potencializar a luz nas áreas que necessitem de iluminâncias diferenciadas em função das atividades específicas desenvolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÀMARAL, M. G. V. **Iluminação Natural: revisão da legislação construtiva de Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999,135p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5413 Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992, 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5382 Verificação de Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1985, 6 p.

ASADA, H.; SHUKUYA, M. **Luminous environment of a daylighted office space with a light-shelf and sloped ceiling**. Environmentally Friendly Cities. PLEA 1998, Lisbon, Portugal, p.433-436.

ILUMINAÇÃO BRASIL. **Iluminação comercial**. Periódico maio/junho 1993, p. 18 – 26.

ILUMINAÇÃO BRASIL.. **Iluminação comercial**. Periódico janeiro/fevereiro 1996, p.28 e 29.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA IES. **VDL lighting**. IES RP-24-1989. Published by the Illuminating Society of North America.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA IESNA. **Lighting handbook – reference & application**. Ninth edition – 2000, printed in the United States of America.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997, 192p.

LIGHTING DESIGN & APPLICATION. **Recommended practice of daylighting**. IES Daylighting Committee, Periódico fevereiro de 1979, p.25 – 40.

LEGISLAÇÃO URBANA MUNICIPAL de MARINGÁ. **Lei complementar 335/99**. Anexo II Tabela 4 – Edificações de uso comercial, alterado pela lei complementar LC 3400/2000.

PARPAIRI, K.; BAKER, N.; STEEMERS, K.; **Daylighting quality through user preferences – Investigating libraries**. Architecture, City, Environment, PLEA 2000, Cambridge, p. 611-616.

PEREIRA, F. O. R.; SOUZA, M. B. **Iluminação**. Apostila da disciplina de Conforto Ambiental-Iluminação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000

PEREIRA, R. C. **A Qualidade da iluminação no ambiente construído-estudo da iluminação espacial e do brilho das superfícies**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001, 118p.

PIETROBON, C. E.; **Luz e calor no ambiente construído escolar e o sombreamento arbóreo: conflito ou compromisso com a conservação de energia?** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999, 2V, VI 270p, VII 177p.

PROJETO DE NORMA. **Projeto 02:135.02-004** - Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Método de ensaio. 1999, 15 p.

ROMÉRO, M. A. **Iluminação e Arquitetura**, Prefácio (2000), Virtus s/c Ltda, São Paulo, SP, 2001, 378p.

SHUKUYA, M.; MORIHANA, T. **Variation of daylight and electric and the associated brightness sensation**. Architecture, City, Environment. PLEA (2000), Cambridge, p.644-645.

SORCAR, P. C. **Architectural lighting for comercial interiors**. New York, John Wiley & Sons, 1987.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES J. C. S. **Iluminação e Arquitetura**, Virtus s/c Ltda, São Paulo, SP, 2001, 378p.

ANEXOS

ANEXO A.....	112
ANEXO B.....	119
ANEXO C.....	122
ANEXO D.....	126

ANEXO A

ANEXO A.1. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO USUÁRIO NA SALA DE ENGENHARIA.

ANEXO A.2. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO USUÁRIO SALA DE CONTROLE URBANO.

TABELA A.1. TABELA DE AVALIAÇÕES NA SALA DE ENGENHARIA

TABELA A.2. TABELA DE AVALIAÇÕES NA SALA DE CONTROLE URBANO.

ANEXO A.1. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO USUÁRIO NA SALA DE ENGENHARIA.

1) Como identificaria o nível de conforto em sua sala quanto à iluminação?

- (a) Levemente confortável
- (b) confortável
- (c) Levemente não confortável
- (d) Não confortável
- (e) Indiferente

2) Como você avalia o nível de iluminação da sua sala?

- (a) Escuro
- (b) Levemente escuro
- (c) Levemente claro
- (d) Claro
- (e) Indiferente

3) Você preferia que o seu ambiente tivesse:

- (a) Mais luz natural
- (b) Mais luz artificial
- (c) Somente luz natural
- (d) Somente luz artificial
- (e) Luz natural e artificial bem combinados

4) A incidência da luz solar no período da manhã para você é definida como:

- (a) desconforto visual
- (b) desconforto psicológico
- (c) conforto visual
- (d) conforto psicológico
- (e) Indiferente

5) O reflexo das luminárias no monitor pode ser classificada como:

- (a) Levemente tolerável
- (b) Tolerável
- (c) Aceitável
- (d) Não aceitável
- (e) Indiferente

6) Sugestões

ANEXO A.2. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO USUÁRIO NA SALA DE CONTROLE URBANO

1) Como identificaria o nível de conforto em sua sala quanto à iluminação?

- (a) Levemente confortável
- (b) confortável
- (c) Levemente não confortável
- (d) Não confortável
- (e) Indiferente

2) Como você avalia o nível de iluminação da sua sala?

- (a) Escuro
- (b) Levemente escuro
- (c) Levemente claro
- (d) Claro
- (e) Indiferente

3) Você preferia que o seu ambiente tivesse:

- (a) Mais luz natural
- (b) Mais luz artificial
- (c) Somente luz natural
- (d) Somente luz artificial
- (e) Luz natural e artificial bem combinados
- (f) Indiferente

4) Caso seu trabalho seja no plano vertical, o reflexo das luminárias no monitor pode ser classificada como:

- (a) Levemente tolerável
- (b) Tolerável
- (c) Aceitável
- (d) Não aceitável
- (e) Indiferente

5) Como você aceita o fato de existir sombreamento sobre o plano de tarefa?

- (a) Levemente tolerável
- (b) Tolerável
- (c) Aceitável
- (d) Não aceitável
- (e) Indiferente

7) Sugestões:

Tabela A . 1. Tabela de avaliações junto aos usuários da sala de engenharia.

USUÁRIO	QUESTÕES					
	01	02	03	04	05	06
01	C	B	B	E	E	Persianas/lâmpadas
02	D	D	B	A	D	
03	C	E	B	A	D	Persianas
04	A	E	E	A	D	
05	A	B	E	A	E	
06	A	D	E	A	C	Persianas
07	B	D	E	C	E	
08	A	B	E	A	D	
	A=42,% C=28,6%	B/D=37,5% E=37,5%	E=62,5% B=37,5%	A=75%	D=50% E=37,5%	

Tabela A.2. Tabela de avaliações junto aos usuários da sala de controle urbano.

USUÁRIO	QUESTÕES					
	01	02	03	04	05	06
01	A	D	E	-	C	-
02	A	D	B	-	C	Iluminação
03	B	D	B	-	B	Iluminação
04	B	D	E	-	E	
05	A	D	E	B	E	
06	B	D	F	A	E	
07	A	D	F	B	E	
08	B	D	F	-	C	
09	B	D	F	-	E	
10	B	D	F	-	E	
11	A	D	F	-	E	
12	A	C	F	-	E	
13	A	C	B	-	C	
14	B	D	B	-	E	
15	A	D	E	A	E	Cansaço visual
16	A	D	E	C	E	Cansaço visual
17	A	C	E	-	E	
18	B	C	E	C	E	
19	A	C	E	B	C	
20	A	C	E	-	C	
21	A	C	B	-	C	
22	A	C	E	C	C	Clareza do átrio
23	B	D	E	-	E	
24	B	D	E	-	E	Clareza do átrio
25	B	D	B	-	E	
26	A	C	A	-	C	Sugere iluminação
27	B	C	E	-	E	
28	A	C	E	A	A	
	A=57,1%	D=60,75%	E=50,0%	A=33,0%	E=60,7%	
	B=42,0%	C=39,05%	F=25,0%	B=33,0%	C=32,0%	
				C=33,0%		

ANEXO B

TABELA B.1 . VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL “IN LOCO” SALA DE ENGENHARIA

TABELA B.2 VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL “IN LOCO” DA SALA DE CONTROLE URBANO.

Tabela B.1 . Verificação experimental “in loco” sala de engenharia

PONTOS	MEDIÇÃO 01 artificial	MEDIÇÃO 02 Artif + natural	MEDIÇÃO 03 natural
E 1	200	217	17
E 2	245	275	30
E 3	116	203	87
E 4	142	213	71
E 5	160	193	33
E 6	233	277	44
E 7	207	241	34
E 8	270	301	31
E 9	285	305	20
E 10	232	250	18
E 11	253	267	14
E 12	313	352	39
E 13	419	456	37
E 14	260	329	69
E 15	354	425	71
E 16	186	318	132
E 17	324	497	173
E 18	399	498	99
E 19	243	351	108
E 20	204	230	26
E 21	84	152	68
E 22	214	332	118
E 23	199	538	339
E 24	58	675	617
E 25	217	764	547
E média	232,68 lux	346,36 lux	113,68 lux

Tabela B.2. Verificação experimental “in loco” da sala de controle urbano.

PONTO	MEDIÇÃO 01 artificial	MEDIÇÃO 02 artif+natural	MEDIÇÃO 03 natural
E 1	213	1066	853
E 2	445	584	139
E 3	389	448	59
E 4	360	364	4
E 5	386	395	9
E 6	293	316	23
E 7	315	335	23
E 8	216	249	33
E 9	344	399	55
E 10	293	308	15
E 11	342	358	16
E 12	338	397	59
E 13	403	514	111
E 14	125	1028	903
E 15	254	789	535
E 16	416	550	134
E 17	424	502	78
E 18	149	149	0
E 19	374	428	54
E 20	444	480	36
E 21	373	413	40
E 22	348	389	41
E 23	463	483	20
E 24	311	334	23
E 25	206	212	6
E 26	376	401	25
E 27	302	374	72
E 28	100	559	459
E 29	241	632	391
E 30	255	331	76
E 31	317	342	25
E 32	198	202	4
E 33	253	337	84
E 34	192	249	57
E 35	136	184	48
E 36	196	236	40
E 37	268	295	27
E 38	358	382	24
E 39	167	168	1
E 40	187	237	50
E 41	338	418	80
E 42	168	285	117
E média	292,28 lux	407,73 lux	115,45 lux

ANEXO C

TABELA C.1. PERFIL DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NO SETOR DE FISCALIZAÇÃO.

TABELA C.2. PERFIL DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NO SETOR DE HABITAÇÃO.

TABELA C.3. PERFIL DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NO SETOR DE CADASTRO.

TABELA C.4. PERFIL DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NO SETOR DE RECADASTRAMENTO.

TABELA C.5. PERFIL DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NO SETOR DE PROTOCOLO.

TABELA C.6. PERFIL DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NO SETOR DE GERÊNCIA DE CONTROLE E ANÁLISE DE PROJETOS.

Tabela C.1. Perfil de utilização das luminárias no setor de fiscalização.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:33 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:23 min	
2º. Dia	Liga: 7h:45 min Desl: 11h:33 min	Liga: 13h:28 min Desl: 17h:25 min	
3º. Dia	Liga: 7h:45 min Desl: 11h:36 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:14 min	
4º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h: 37 min	Liga: 13h:26 min Desl: 17h:15 min*	Desligou todas as luminárias pelas 18h
5º. Dia	Liga: 7h:50 min Desl: 11h: 40 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:35 min	
6º. Dia	Liga: 7h: 55 min Desl: 11h:46 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:33 min	
7º. Dia	Liga: 7h:43 min Desl: 11h:37 min	Liga: 13h:35 min Desl: 17h:25 min	

*Acionamento ou desligamento parcial das luminárias – apenas na área de abrangência do seu plano de trabalho.

Tabela C.2. Perfil de utilização das luminárias no setor de habitação.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h:55 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:27 min Desl: 17h:20 min	
2º. Dia	Liga: 7h:47 min Desl: 11h:30 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:20 min	
3º. Dia	Liga: 7h:53 min Desl: 11h:46 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:13 min	
4º. Dia	Liga: 7h:50 min Desl: 11h: 42 min	Liga: 13h:26 min Desl: 17h:15 min	
5º. Dia	Liga: 7h:50 min Desl: 11h: 40 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:25 min	
6º. Dia	Liga: 7h: 55 min Desl: 11h:40 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:23 min	
7º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:20 min	

Tabela C.3. Perfil de utilização das luminárias no setor de cadastro.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:05 min*	Desligou todas as luminárias pelas
2º. Dia	Liga: 7h:45 min Desl: 11h:33 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:15 min	
3º. Dia	Liga: 7h:55 min* Desl: 11h:38 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:10 min	Ligou todas as luminárias pelas 8h
4º. Dia	Liga: 7h:44 min Desl: 11h: 33 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:05 min	
5º. Dia	Liga: 7h:50 min* Desl: 11h: 35 min	Liga: 13h:23 min Desl: 17h:35 min	Ligou todas as luminárias pelas 8h e 13h:30min
6º. Dia	Liga: 7h: 43 min* Desl: 11h:30 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:13 min	Ligou todas as luminárias pelas 8h
7º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:15 min*	Desligou todas luminárias pelas 17h:50min

*Acionamento ou desligamento parcial das luminárias – apenas na área de abrangência do seu plano de trabalho.

Tabela C.4. Perfil de utilização das luminárias no setor de recadastramento.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h:55 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:10 min	
2º. Dia	Liga: 7h:45min Desl: 11h:30 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:10 min	
3º. Dia	Liga: 7h:53 min Desl: 11h:36 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:10 min	
4º. Dia	Liga: 7h:50 min Desl: 11h: 40 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:15 min	
5º. Dia	Liga: 7h:45 min Desl: 11h: 36 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:05 min	
6º. Dia	Liga: 7h: 55 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:13 min	
7º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:13 min	

Tabela C.5. Perfil de utilização das luminárias no setor de protocolo.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h:43 min Desl: 11h:30 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:13 min	
2º. Dia	Liga: 7h:45 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:15 min	
3º. Dia	Liga: 7h:55 min Desl: 11h:38 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:10min	
4º. Dia	Liga: 7h:45 min Desl: 11h: 35 mins	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:15 min	
5º. Dia	Liga: 7h:50 min Desl: 11h: 33 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:05 min	
6º. Dia	Liga: 7h: 48 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:05 min	
7º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:40 min	Liga: 13h:30 min Desl: 17h:14 min	

Tabela C.6. Perfil de utilização das luminárias no setor de gerência de controle e análise de projetos.

	MANHÃ	TARDE	OBSERVAÇÕES
1º. Dia	Liga: 7h:50 mins Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:30 min	
2º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:30 min	Liga: 13h:20min Desl: 17h:40 min	
3º. Dia	Liga: 7h:55 min Desl: 11h:45 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:43 min	
4º. Dia	Liga: 7h:50 min Desl: 11h: 32 min	Liga: 13h:28 min Desl: 17h:55 min	
5º. Dia	Liga: 7h:38 min Desl: 11h: 45 min	Liga: 13h:20 min Desl: 17h:45 min	
6º. Dia	Liga: 7h: 45 min Desl: 11h:45 min	Liga: 13h:25 min Desl: 17h:43 min	
7º. Dia	Liga: 7h:40 min Desl: 11h:35 min	Liga: 13h:24 min Desl: 17h:40 min	

ANEXO D

FIGURA D.1 MAPA REFERENCIAL DOS ENTREVISTADOS DA SALA DE ENGENHARIA.

FIGURA D.2. MAPA REFERENCIAL DOS ENTREVISTADOS DA SALA DE CONTROLE URBANO.

TABELA D.1. ANEXO DA LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE MARINGÁ/99, REFERENTE A EDIFÍCIOS PARA FINS COMERCIAIS.

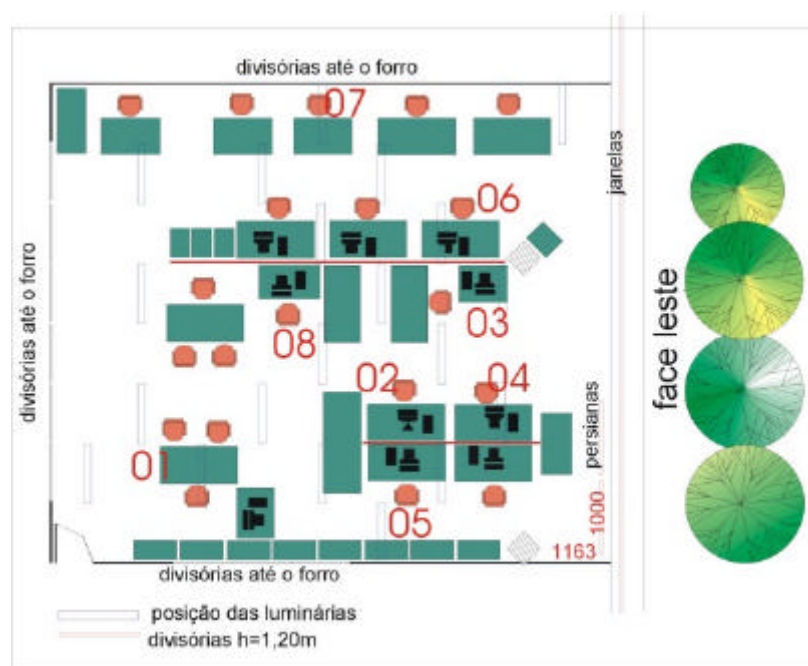


Figura D.1. Mapa referencial dos entrevistados da sala de engenharia.

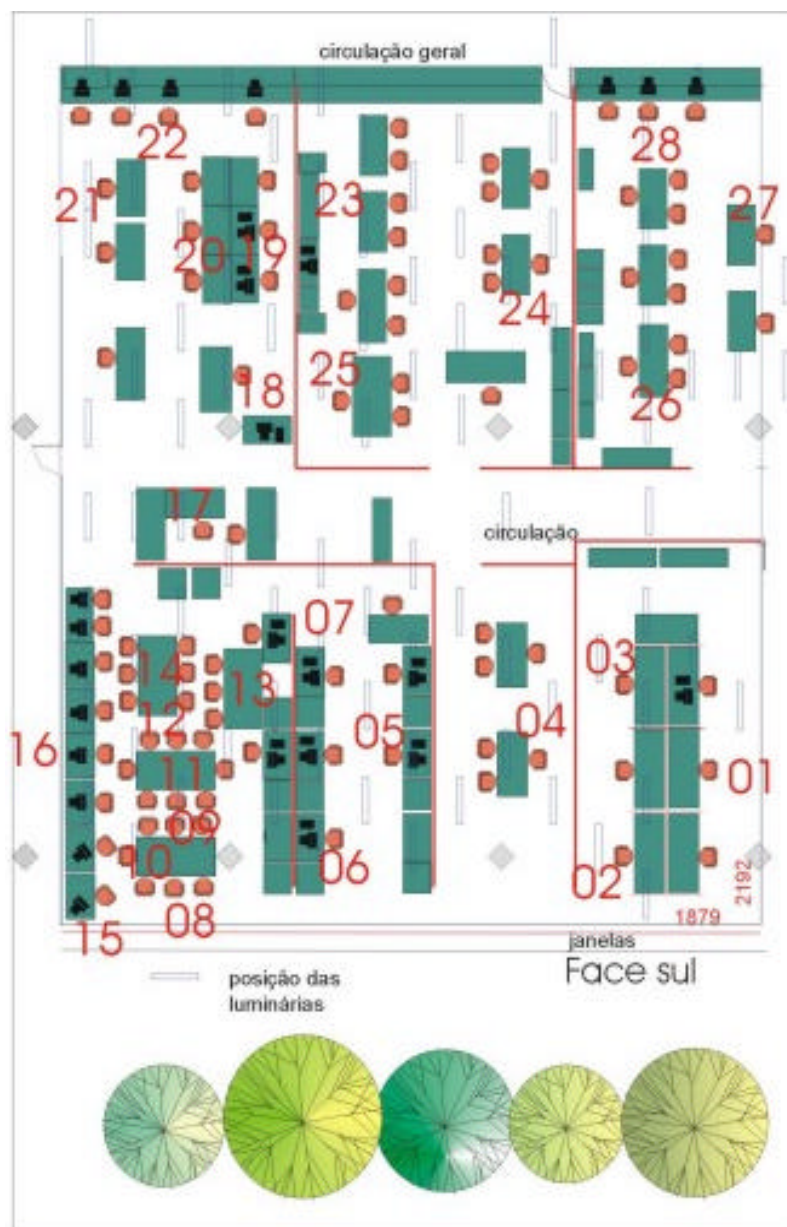


Figura D.2. Mapa referencial dos entrevistados da sala de cadastro técnico.

Tabela D.1. Anexo da legislação municipal de Maringá /99 referente a edifícios para fins comerciais.

	Partes comuns					
	Hall elev. dos no térreo	Hall elev. dos nos pavimentos	Corredores Uso coletivo	Corredores uso comum	Escadas e rampas comuns	Escadas e rampas coletivas
Circulo insc. Diâm. Mín.(m)	Elev. 1 lado=2,50 2 lados=3,00	Com elev=2,00 Sem elev.=1,50	Comp<15m=1,50 Após+0,10 cada 3m	Comp<10m=1,20 Após+0,10 cada 5m	1,20	1,50
Área mínima(m²)	Até 1elev=12,00 Acres30% cada elev.	8,00				
Ilum.mínima						0,30m²
Vent.mínima		1/10	<15m²=isento >10m²=1/20	<10m²=isento >10m²=1/24		
Pé direito mínimo(m)	2,60	2,40	2,40	2,20	Altura min.livre 2,00	Altura min. Livre 2,00
Prof. máxima						
Revest.paredes						
Revest.pisos	Imperm.	Imperm.	Imperm.	Imperm.	Incomb/antid.	Incom/antid.

	Partes privativas							
	Ante salas	Salas	Sanitários	Kit	Salas do térreo	Sobre loja	Escadas	Corredor
Circulo insc. Diâm. Mín.(m)	1,80	2,40	0,90	3,00	3,00	3,00	0,90	Comp<3m=0,9 comp>3m=1,00
Área mínima(m²)	4,00	6,00	1,50	1,50				
Ilum.mínima		1/5			1/7	1/7		
Vent.mínima	1/10	1/10	1/10	1/10	1/14	1/14		isento
Pé direito mínimo(m)	2,40	2,40	2,20	2,20	Art.21	2,40	Mín.livre 2,00	2,40
Prof. máxima	3x pé direito	3x pé direito	3x pé direito	3x pé direito		3x pé direito	3x pé direito	3x pé direito
Revest.paredes			Imperm. até 1,50	Imperm. Até 1,50				
Revest.pisos			Imperm.	Imperm.	Imperm.			